# کتاب ساخت مصنوعات فلزی سنگین

ایران استخدام

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir


خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن

و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۰۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir

Www.IranEstekhdam.Ir

## «لینک‌های مفید و مرتبط»

**دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی**

**خرید و دانلود**

**دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی**

**خرید و دانلود**

بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

# ساخت مصنوعات فلزی سنگین

گروه مکانیک

رشتهٔ صنایع فلزی

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

**وزارت آموزش و پرورش**
**سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی**

**نام کتاب:** ساخت مصنوعات فلزی سنگین ـ ۲۱۰۴۱۰
**پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
**مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
**شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** حمید تقی‌پور ارمکی، بهرام زارعی، محمدرضا سلطان‌محمدی، حسن ضیغمی، علی رجایی و حمیدرضا شادی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
حمید تقی‌پور ارمکی، بهرام زارعی، علی رجایی ، محمدرضا سلطان‌محمدی ، حمیدرضا شادی ، محسن آزموده و رضا خلیلی پیچا (اعضای گروه تألیف)
استان های خراسان شمالی، خراسان رضوی، کرمان، فارس و زنجان (استان های مشارکت کننده در فرایند اعتبارسنجی)
**مدیریت آماده‌سازی هنری:** ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
**شناسه افزوده آماده‌سازی:** یلدا ابوسعیدی(طراح جلد)ـ سمیه خیراله‌پور (صفحه‌آرا) ـ سید مرتضی میرمجیدی (رسام)
**نشانی سازمان:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
**تلفن:** ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، **دورنگار:** ۸۸۳۰۹۲۶۶، **کد پستی:** ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
**وب سایت:** www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
**ناشر :** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش) **تلفن :**۵ ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰/ **صندوق پستی:** ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
**چاپخانه:** شرکت چاپ ونشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»
**سال انتشار و نوبت چاپ:** چاپ نهم ۱۴۰۳

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

**شابک ۲– ۲۷۱۲ – ۰۵ – ۹۶۴ – ۹۷۸** **ISBN 978 - 964 - 05 - 2712-2**



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

**امام خمینی (قُدِّسَ سِرُّهُ)**

## سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱ـ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی در جوشکاری الکترود دستی

۲ـ شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳ـ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها

۴ـ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی‌وحرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این کتاب دومین کتاب کارگاهی است که ویژه رشته صنایع فلزی تألیف شده است و شما در طول دو سال تحصیلی پیش رو چهار کتاب کارگاهی و با شایستگی‌های متفاوت را آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده دراین کتاب را کسب و در فرآیند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی ساخت مصنوعات فلزی سنگین شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد.

همچنین علاوه بر کتاب درسی امکان استفاده از سایر اجزاء بسته آموزشی که برای شما طراحی و تالیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به‌کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

## سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق  اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته صنایع فلزی طراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال دهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند.  نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و بحث‌های زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بستهٔ آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو و نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

**پودمان اول:** با عنوان برشکاری پروفیل که ابتدا به بررسی انواع پروفیل‌ها پرداخته و سپس روش‌های برشکاری آنها بیان می‌گردد.

**پودمان دوم:** با عنوان خمکاری لوله که ابتدا به بررسی دسته بندی لوله‌ها از لحاظ جنس، کاربرد و روش تولید لوله پرداخته و سپس روش های خمکاری لوله بیان خواهد شد.

**پودمان سوم**: دارای عنوان خمکاری پروفیل است. در این پودمان روش های خمکاری پروفیل بیان می‌شود.

**پودمان چهارم:** گرده سازی نام دارد. ابتدا به بررسی اصول جوشکاری، انواع جریان، منابع تأمین توان و تجهیزات فرایند الکترود دستی پرداخته و در ادامه دانش و مهارت مورد نیاز برای گرده سازی بیان می‌گردد.

**پودمان پنجم:** با عنوان جوشکاری گوشه می‌باشد که در آن هنرجویان در ادامه مباحث مطرح شده در پودمان چهارم، علائم جوش و روش جوشکاری گوشه را فرا خواهند گرفت.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

نظرسنجی کتاب درسی

# انتخاب پروژه

این درس از پنج شایستگی برشکاری پروفیل، خمکاری لوله، خمکاری پروفیل، گرده‌سازی با الکترود دستی و جوشکاری گوشه با الکترود دستی تشکیل شده است. با فراگیری این شایستگی‌ها، هنرجویان قادر خواهند بود که بسیاری از مصنوعات فلزی را به مرحله تولید برسانند. برای همین منظور، قسمتی از این درس به پروژه با اهداف و ویژگی‌های زیر اختصاص داده شده است:

- سودمندی وسایل ساخته شده،
- بهره‌وری و استفاده درست از منابع،
- تولید محصول یا ارائه خدمت سودمند و قابل فروش،
- کسب تجربه واقعی در تولید و فروش محصولات،
- درآمدزایی برای هنرجویان،
- تلفیق شایستگی‌های فنی و غیرفنی بر محور پروژه،

ارزشیابی‌های پایانی در این درس بر اساس مشاهده مراحل تولید و محصول نهایی می‌باشد. به عبارت دیگر، در هر مرحله از پروژه ارزشیابی مربوط به هر پودمان بر اساس نوع کارهای انجام شده مرتبط با هر پودمان انجام می‌شود.

در ادامه چند پروژه با اطلاعات کامل برای ساخت ارائه شده است که هنرجویان با توجه به علاقه‌مندی خود و با راهنمایی هنرآموزان خود می‌توانند یکی از اینها را برای ساخت انتخاب کنند. پروژه‌ها به صورت گروهی انجام شود، گروه‌ها می‌توانند به صورت چهار یا پنج نفره باشند.

## پارامترهای مورد نیاز قبل از انتخاب پروژه

قابل توجه است که هنرجویان می‌توانند طرح‌ها و ایده‌های خود را با توجه به موارد زیر به هنرآموزان خود ارائه دهند، و در صورت تأیید هنرآموز به صورت گروهی آن را در طول دوره انجام دهند تا در پایان این مطلب به این درک برسند که قبل از شروع به انجام هرگونه فعالیت اقتصادی یا تولیدی یا انتخاب پروژه نیاز به بررسی پارامترهایی مانند مواردی که در ادامه آورده شده است می‌باشد.

- ضرورت انجام کار
- امکان‌سنجی
- انتخاب پروژه
- برنامه‌ریزی انجام کار
- بررسی و تقسیم کار در گروه
- زمان‌بندی

## چگونه یک محصول برای تولید انتخاب می‌شود؟

- گاهی اوقات نیازی در بازار مشاهده می‌شود و برای پاسخ به آن، یک محصول خلق می‌شود.
- گاهی اوقات دلیل تولید، تقاضای زیاد یک محصول و فراگیری آن می‌باشد.
- گاهی اوقات نیز می‌توان با خلاقیت و نوآوری در یک محصول و تکمیل کردن آن، کاربری و جذابیت آن را برای مشتری افزایش داد.

**راه‌های زیادی برای جستجوی محصول و ایده‌ها وجود دارد.**

مطالعه زیاد، صحبت کردن با افراد، فکر کردن به سؤالاتی چون:

- چه محدودیت‌هایی در محصولات و خدمات فعلی وجود دارد؟
- چه چیزی مد نظر شماست که در بازار وجود ندارد؟
- آیا برای فن‌آوری‌های جدید استفاده دیگری وجود دارد؟
- چه روش‌های دیگری برای استفاده یا ارائه محصول وجود دارد؟

**به مراحلی که در قسمت بالا توضیح داده شد نیازسنجی می‌گویند.**

## نیازسنجی چیست؟

نیازسنجی فرایندی است سامان‌مند برای مشخص کردن هدف‌ها، شناسایی شکاف میان وضع موجود و هدف‌ها، و سرانجام تعیین اولویت‌ها برای عمل و پیاده‌سازی راه‌حل‌هاست. همچنین آن را فرایند گردآوری و واکاوی اطلاعاتی تعریف کرده‌اند که به شناسایی نیازهای افراد، گروه‌ها، نهادها، جامعه محلی و یا جامعه می‌انجامد.
به سخن ساده‌تر، نیازسنجی فرایند شناسایی نیازهای مهم و فراهم‌آوری راه‌های رفع آن نیازهاست. با توجه به توضیحاتی که ارائه شد یک محصول جهت تولید انتخاب می‌کنیم.



## به نظر شما مرحله بعدی پس از انتخاب محصول چه می‌تواند باشد؟

قبل از اینکه به فکر طراحی و ساخت باشیم، ابتدا باید به این مسئله فکر کنیم که آیا امکان تولید این محصول برای ما وجود دارد یا خیر؟ که این امر به عوامل بسیاری مانند اطلاعات فنی مورد نیاز برای تولید محصول، توان مالی برای تأمین بودجه، تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز برای ساخت محصول، زمان کافی برای تولید، توجیه اقتصادی تولید محصول، بازار مناسب برای فروش و ... بستگی دارد.

بررسی عوامل فوق قبل از تصمیم‌گیری برای طراحی و تولید محصول از این رو حائز اهمیت است که می‌تواند در زمان و هزینه‌های صرف شده صرفه‌جویی کند و همچنین از خطرات و مشکلات احتمالی در حین کار، ما را آگاه کند.

**به مراحلی که در قسمت بالا توضیح داده شد امکان‌سنجی می‌گویند.**

## امکان‌سنجی

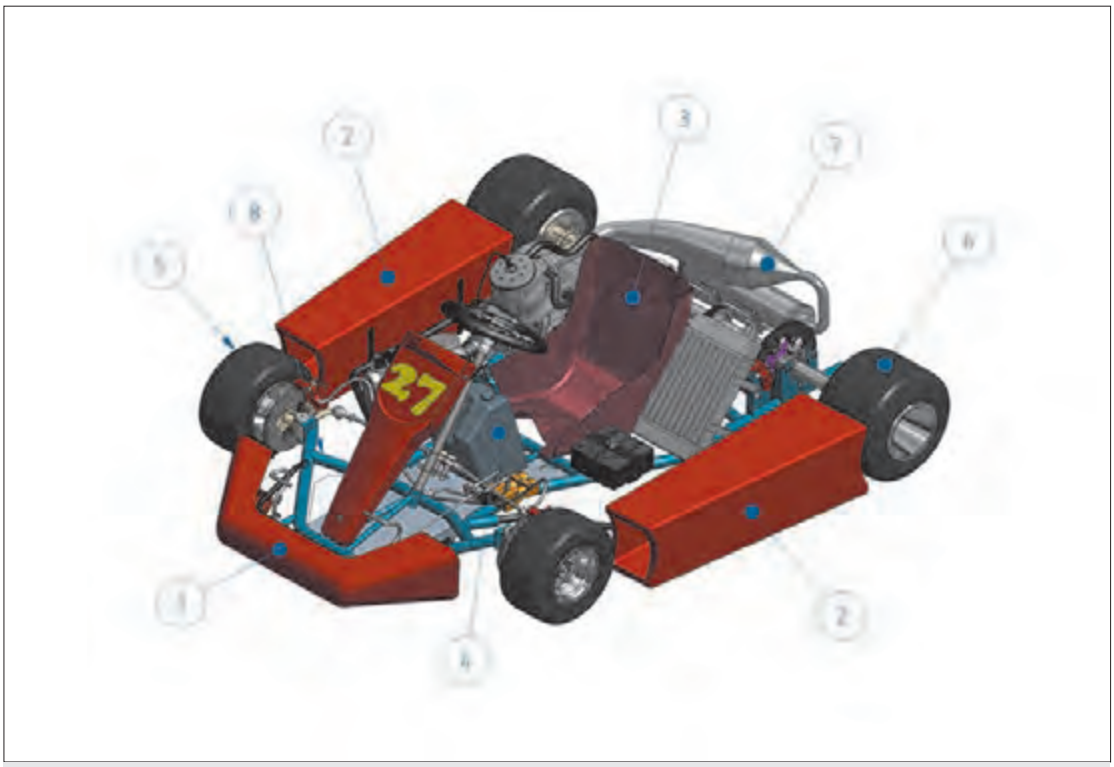
امکان‌سنجی یا مطالعات امکان‌سنجی، ارزیابی و تجزیه و تحلیل پتانسیل یک پروژه پیشنهادی است و بر اساس تحقیقات و مطالعاتی پایه‌ریزی شده است که روند تصمیم‌گیری را پشتیبانی کند.

امکان‌سنجی درباره امکان‌پذیر بودن موضوع‌ها بحث می‌کند. مطالعات امکان‌سنجی، پس از مرحله پیدایش طرح و تعریف چارچوب کلی آن از لحاظ مشخصات کلیات اولیه محصول، ظرفیت تولید و میزان سرمایه‌گذاری انجام می‌شود. این مطالعات بنا به نیاز و درخواست کارفرما، در سطوح مختلفی از جزئیات پروژه می‌تواند وارد شود. مطالعات امکان‌سنجی شامل فصل‌های زیر می‌باشد: گزارش سابقه متقاضی، مطالعات بازار، مطالعات فنی، و بررسی‌های مالی.

با توجه به دانسته‌های بالا و فرض بر انجام مراحل نیازسنجی و امکان‌سنجی، چند طرح در زیر پیشنهاد می‌شود که از هر طرح یک پروژه جهت ساخت پیشنهاد می‌شود.

- طرح ساخت ماشین کارتینگ
- طرح ساخت تجهیزات بدنسازی
- طرح ساخت ویلچر
- طرح ساخت پل عابر پیاده

# عنوان پروژه:
## تولید ماشین کارتینگ

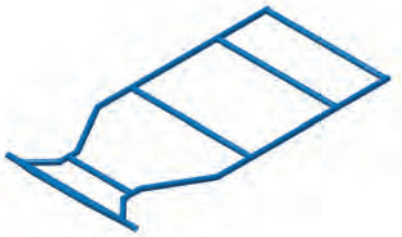
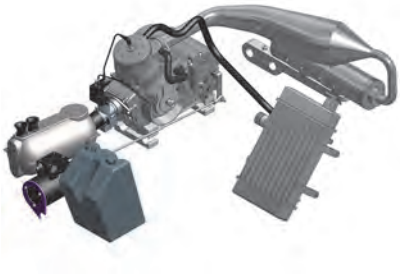



ماشین کارتینگ ـ Karting Car

## طرح ساخت ماشین کارتینگ

ساخت یک ماشین کارتینگ می‌تواند به پروژه‌های مختلفی تقسیم شود.

- سیستم تولید قدرت
- سیستم انتقال قدرت
- سیستم چرخ‌بندی و ترمزها
- سیستم بدنه اتاق و شاسی
- سیستم هدایت و فرمان

| پروژه‌های ماشین کارتینگ | |
|---|---|
|  |  |
| سیستم چرخ بندی و ترمزهای جلو | سیستم چرخ بندی و ترمزهای عقب |
|  |  |
| شاسی | سیستم تولید قدرت |

برای ادامه روند برنامه‌ریزی، زمان‌بندی و بودجه‌بندی، پس از مرحله طراحی، نیاز داریم فعالیت‌های پروژه تفکیک شده یا اصطلاحاً خرد شود.

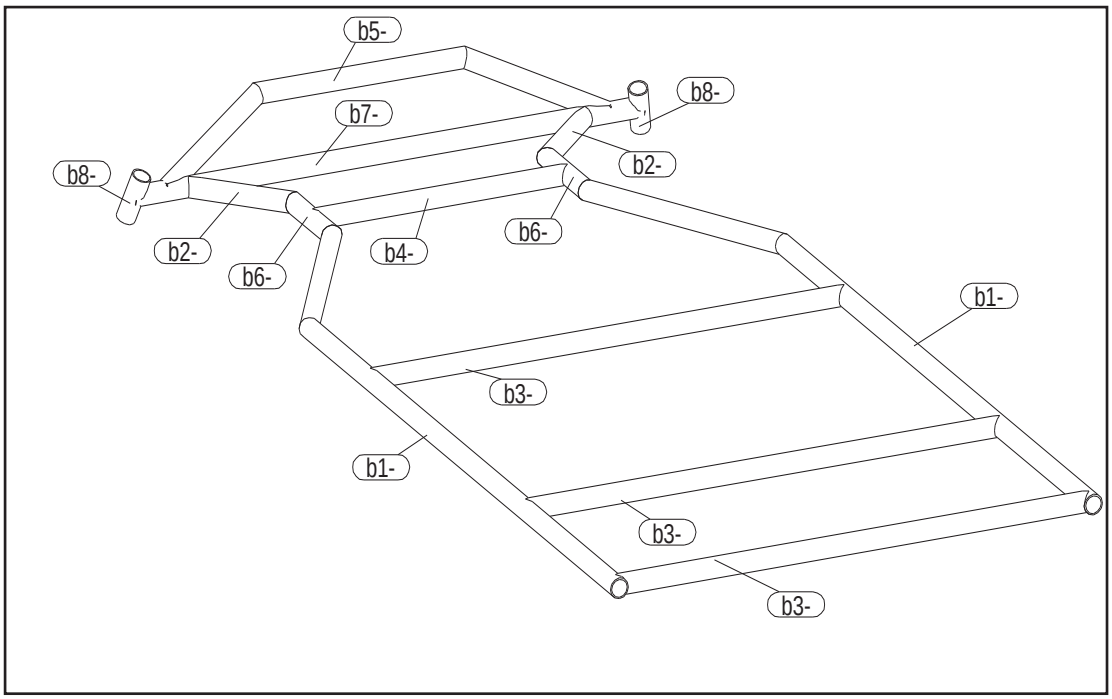
اگر هدف ما ساخت کل ماشین بود شرح فعالیت‌ها به شکل زیر قابل تفکیک بود و بدیهی است که هر کدام از این فعالیت‌ها به زیر فعالیت‌های مربوط به خودش تفکیک‌پذیر می‌باشد.

- طراحی و ساخت سیستم تولید قدرت
- طراحی و ساخت سیستم انتقال قدرت
- طراحی و ساخت سیستم چرخ بندی و ترمزها
- طراحی و ساخت سیستم بدنه اتاق و شاسی
- طراحی و ساخت سیستم هدایت و فرمان

که از پروژه‌های ذکر شده بالا، در این درس به ساخت شاسی این ماشین می‌پردازیم.

از آنجا که موضوع پروژه ما صرفاً ساخت شاسی این ماشین می‌باشد در ادامه به توضیح و تفکیک شاسی این ماشین و خرد کردن فعالیت‌های مربوط به آن خواهیم پرداخت.

**نقشه کامل شاسی ماشین و تفکیک به اجزای کوچکتر:**




**با توجه به نقشه داده شده، قبل از شروع کار عملی باید برنامه‌ریزی صحیحی جهت ساخت پروژه انجام دهیم.**

**گام اول:** نقشه‌خوانی و تفکیک نقشه به قطعات مختلف

برای طراحی و نقشه‌کشی قطعات صنعتی می‌توان از روش‌های ترسیمی دستی و نرم‌افزارهای مختلف کامپیوتری استفاده نمود.

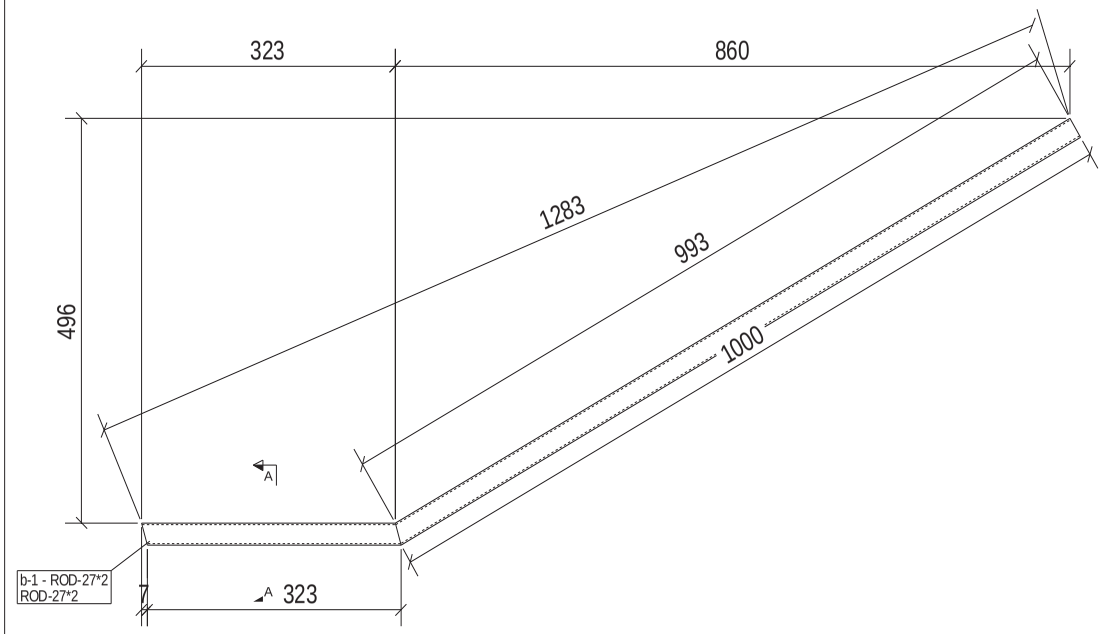
برای طراحی نقشه‌های صنعتی می‌توان از نرم‌افزارهایی مانند Inventor، Mechanical solidwork، Catia و همچنین برای طراحی نقشه‌های سازه می‌توان از نرم‌افزار x-steel (Tekla stracture) استفاده نمود.

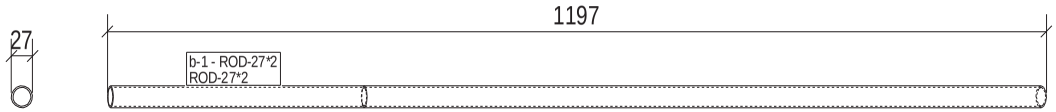
لازم به توضیح است با استفاده از این نرم‌افزارها می‌توان پس از طراحی مدل اولیه سه بعدی، نقشه کلیهٔ اجزا را به تفکیک از نرم‌افزار گرفت.

نقشه‌های آماده در این مبحث با استفاده از نرم‌افزار Tekla طراحی شده است.

همان‌طور که در نقشه مشاهده می‌شود، ابتدا مدل سه‌بعدی اولیه توسط نرم‌افزار طراحی شده و بعد از آن نقشه به قطعات کوچکتر قابل ساخت تفکیک می‌شود و نقشهٔ هر یک از اجزا ارائه می‌شود و پس از ساخت تمام اجزا به‌صورت جداگانه، آنها را مونتاژ می‌کنند. در نقشه ارائه شده کل شاسی به ۸ قطعه تفکیک شده که از b1 تا b8 نامگذاری شده است. نقشه هر کدام از ۸ قطعه نیز به‌صورت جداگانه در ادامه آورده شده است.

| PART | PHASE | NUMBER |
|---|---|---|
| b-1 | 2 | 2 |

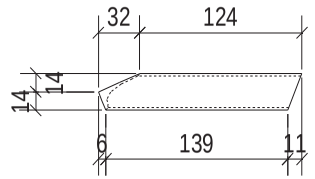


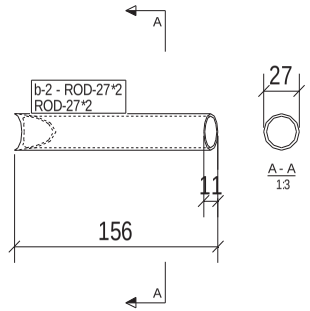



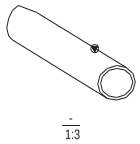




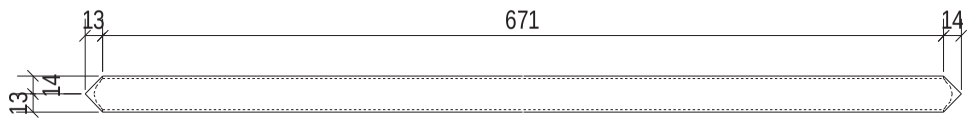
| PART | PHASE | NUMBER |
|---|---|---|
| b-2 | 2 | 2 |

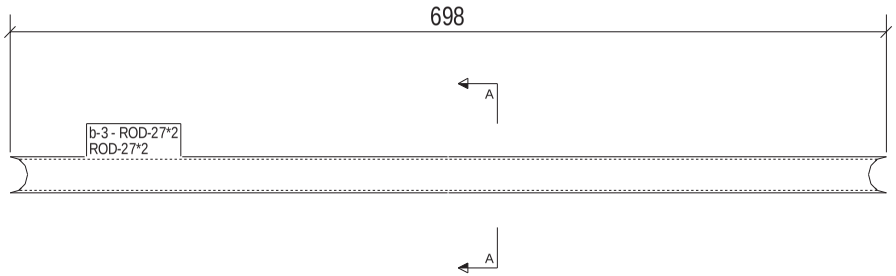


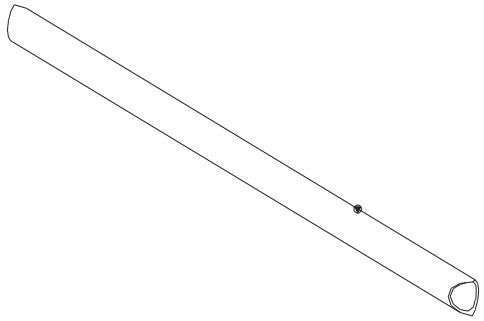



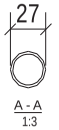
| PART | PHASE | NUMBER |
|---|---|---|
| b-3 | 2 | 3 |



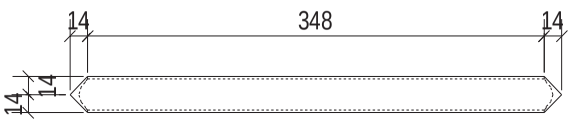



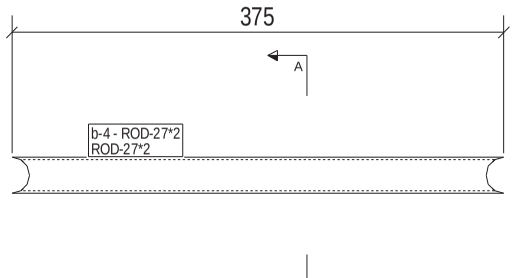



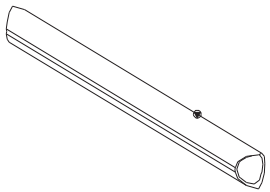
1:3




| PART | PHASE | NUMBER |
|---|---|---|
| b-4 | 2 | 1 |



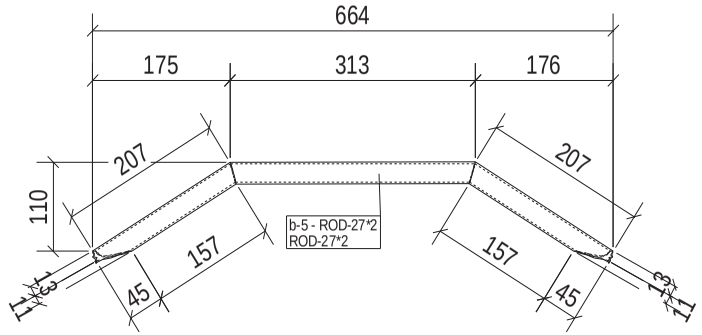



1:3



| PART | PHASE | NUMBER |
|---|---|---|
| b-5 | 2 | 1 |

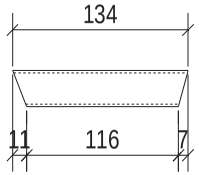


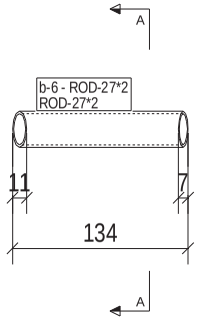




A - A
1:3

| PART | PHASE | NUMBER |
|---|---|---|
| b-6 | 2 | 2 |

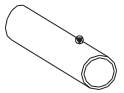




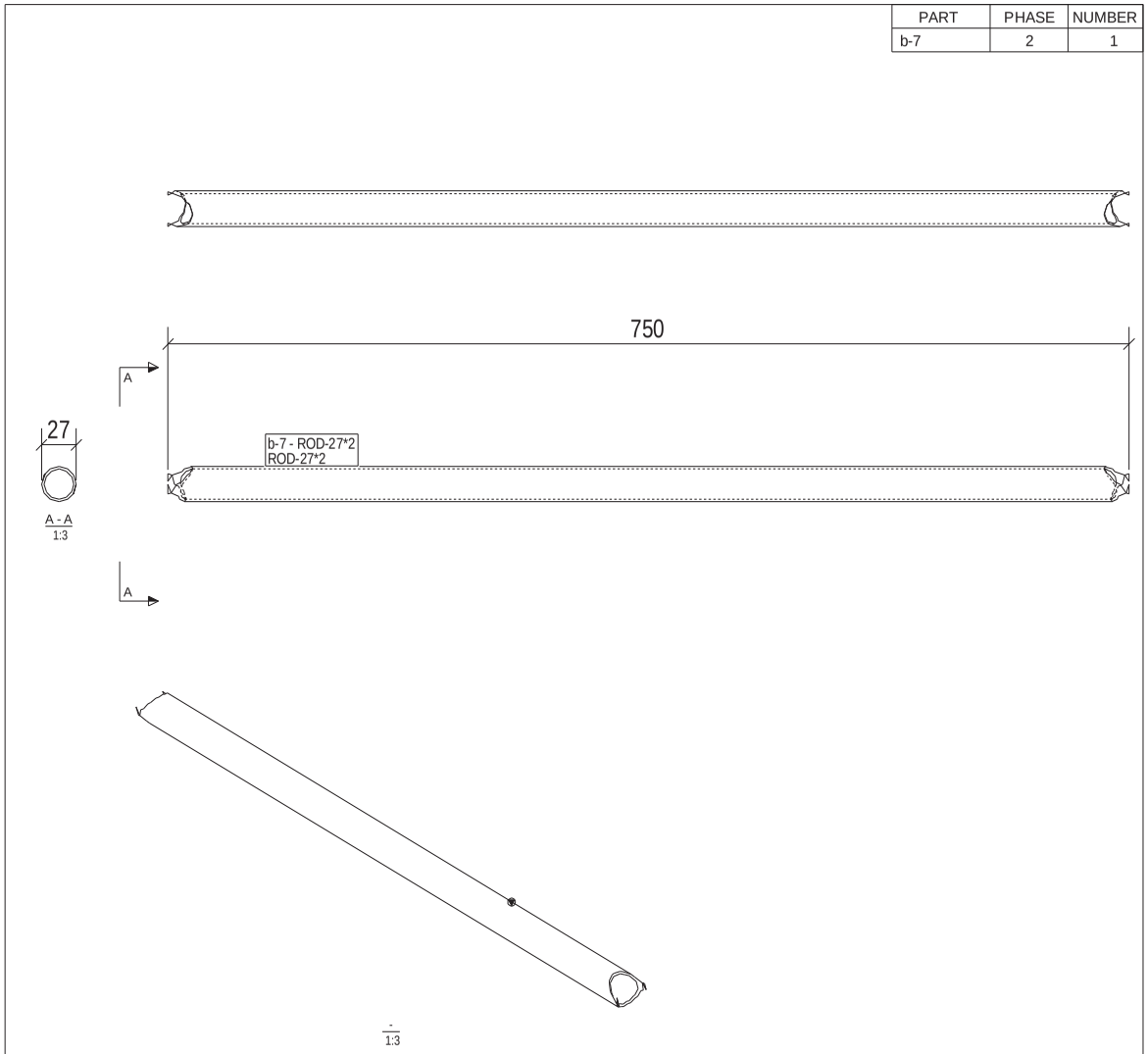


A - A
1:3

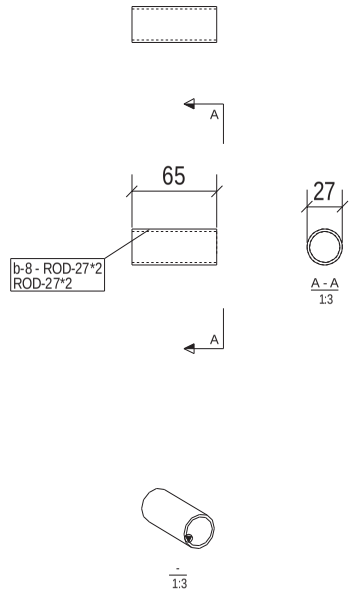


-
1:3

| PART | PHASE | NUMBER |
|---|---|---|
| b-7 | 2 | 1 |




| PART | PHASE | NUMBER |
|---|---|---|
| b-8 | 2 | 2 |



پس از طراحی و تفکیک نقشه اجزای مختلف را در جدول زیر قرار می‌دهیم.
با استفاده از این جدول می‌توان برنامه‌ریزی مناسبی جهت ادامه فعالیت انجام داد.

**مشخصات قطعات شاسی**

| نام قطعه (شماره نقشه) | تعداد (عدد) | طول (میلی‌متر) | قطر / ضخامت (میلی‌متر) | جنس قطعه |
|---|---|---|---|---|
| Frame b -1 | ۲ | ۱۳۲۳ | بدون درز ۲۷ | فولاد St37 |
| Frame b -2 | ۲ | ۱۵۶ | بدون درز ۲۷ | فولاد St37 |
| Frame b -3 | ۳ | ۶۹۸ | بدون درز ۲۷ | فولاد St37 |
| Frame b -4 | ۱ | ۳۷۵ | بدون درز ۲۷ | فولاد St37 |
| Frame b -5 | ۱ | ۷۱۸ | بدون درز ۲۷ | فولاد St37 |
| Frame b -6 | ۲ | ۱۳۴ | بدون درز ۲۷ | فولاد St37 |
| Frame b -7 | ۱ | ۷۵۰ | بدون درز ۲۷ | فولاد St37 |
| Frame b -8 | ۲ | ۶۵ | بدون درز ۲۷ | فولاد St37 |

**نکته**

با توجه به نوع کاربری ماشین (Race یا Offroad) و طراحی، ممکن است نوع و اندازه پروفیل‌ها متفاوت باشد یا جنس قطعات از آلیاژهای آلومینیوم یا تیتانیوم انتخاب شود.

**گام دوم:** برآورد مواد اولیه و هزینه خرید

پس از مشخص شدن ابعاد، اندازه و تعداد قطعات و همچنین نوع و جنس پروفیل مورد نیاز می‌توان جهت خرید مواد اولیه اقدام نمود و تهیه جدول ذیل می‌تواند در برنامه‌ریزی و مدیریت هزینه‌ها به ما کمک کنند.

| نام قطعه (شماره نقشه) | تعداد (عدد) | طول هر قطعه (میلی‌متر) | مقدار مورد نیاز کل (متر) | قیمت |
|---|---|---|---|---|
| Frame b -1 | ۲ | ۱۳۲۳ | ۲۶۴۶ | ۱۲/۰۰ |
| Frame b -2 | ۲ | ۱۵۶ | ۳۱۲ | ۱/۴۰۰ |
| Frame b -3 | ۳ | ۶۸۹ | ۲۰۹۴ | ۹/۵۰۰ |
| Frame b -4 | ۱ | ۳۷۵ | ۲۷۵ | ۱/۷۰۰ |
| Frame b -5 | ۱ | ۷۱۸ | ۷۱۸ | ۳/۲۰۰ |
| Frame b -6 | ۲ | ۱۳۴ | ۲۶۸ | ۱/۲۰۰ |
| Frame b -7 | ۱ | ۷۵۰ | ۷۵۰ | ۳/۴۰۰ |
| Frame b -8 | ۲ | ۶۵ | ۱۳۰ | ۶۰۰ |

نکته

در محاسبات بالا قیمت هر شاخه ۶ متری لوله فولادی ۲۷ بدون درز حدود ۲۷۰۰۰ تومان در نظر گرفته شده است.

فعالیت

مجموع طول لوله‌های مورد نیاز برای ساخت شاسی، با توجه به جدول بالا حدود ۷ متر می‌باشد.
اگر برای سفارش و تهیه لوله فقط ۷ متر لوله خریداری شود، آیا برای ساخت پروژه کافی خواهد بود یا خیر؟ چرا؟
پیشنهاد شما برای تولید انبوه این محصول چیست؟

**گام سوم:** تهیه مواد اولیه

با توجه به حجم تولید (تک‌محصول یا انبوه) می‌توان از منابع مختلف مانند بازارهای مختلف فروش آهن‌آلات و پروفیل و یا از کارخانه‌های سازنده لوله و پروفیل اقدام به تهیه مواد اولیه نمود.

تحقیق

تحقیق کنید در محل زندگی شما تهیه مواد اولیه از چه بازارهایی و با چه قیمت‌هایی امکان‌پذیر است.

**گام چهارم:** تهیه ابزار و ماشین‌آلات

جهت ساخت پروژه به ابزار و تجهیزاتی مانند اره‌دیسکی، اره‌دستی، خم‌کن لوله، دستگاه جوشکاری الکترود دستی، متر، گونیا، خط‌کش و غیره نیاز می باشد، که در طول این دوره با آنها آشنا شده و نحوه کار با آنها را می‌آموزید.

**گام پنجم:** تهیه جدول زمان‌بندی و تشریح فعالیت‌ها

زمان‌بندی فرایندی ضروری برای مدیریت و تکمیل به موقع پروژه است که می‌تواند شامل اطلاعاتی مانند مدت زمان انجام فعالیت، وابستگی فعالیت‌ها به یکدیگر، توالی اجرای عملیات و سایر موارد باشد که می‌توان از این اطلاعات برای تفسیر مناسب منابع در طول زمان استفاده نمود.
داشتن یک برنامه زمان‌بندی مناسب می‌تواند تأثیر زیادی بر افزایش کارایی و رسیدن به هدف داشته باشد. برای نوشتن یک برنامه زمان‌بندی نیاز است ابتدا کلیه فعالیت‌های پروژه تفکیک شده یا اصطلاحاً خرد شود سپس به هر کدام از فعالیت‌ها زمان اختصاص داده شود که این کار در جدول زیر آمده است.

**تفکیک فعالیت‌ها**

| ردیف | نوع فعالیت | عملیات مورد نیاز | زمان (ساعت) |
|---|---|---|---|
| ۱ | ساخت قطعه Frame b -1-1 | خط کشی ـ برشکاری ـ فاقبری ـ جوشکاری | ۳ ساعت |
| ۲ | ساخت قطعه Frame b -1-2 | خط کشی ـ برشکاری ـ فاقبری ـ جوشکاری | ۳ ساعت |
| ۳ | ساخت قطعه Frame b -2-1 | خط کشی ـ برشکاری | ۱ ساعت |
| ۴ | ساخت قطعه Frame b -2-2 | خط کشی ـ برشکاری | ۱ ساعت |
| ۵ | ساخت قطعه Frame b -3-1 | خط کشی ـ برشکاری | ۱ ساعت |

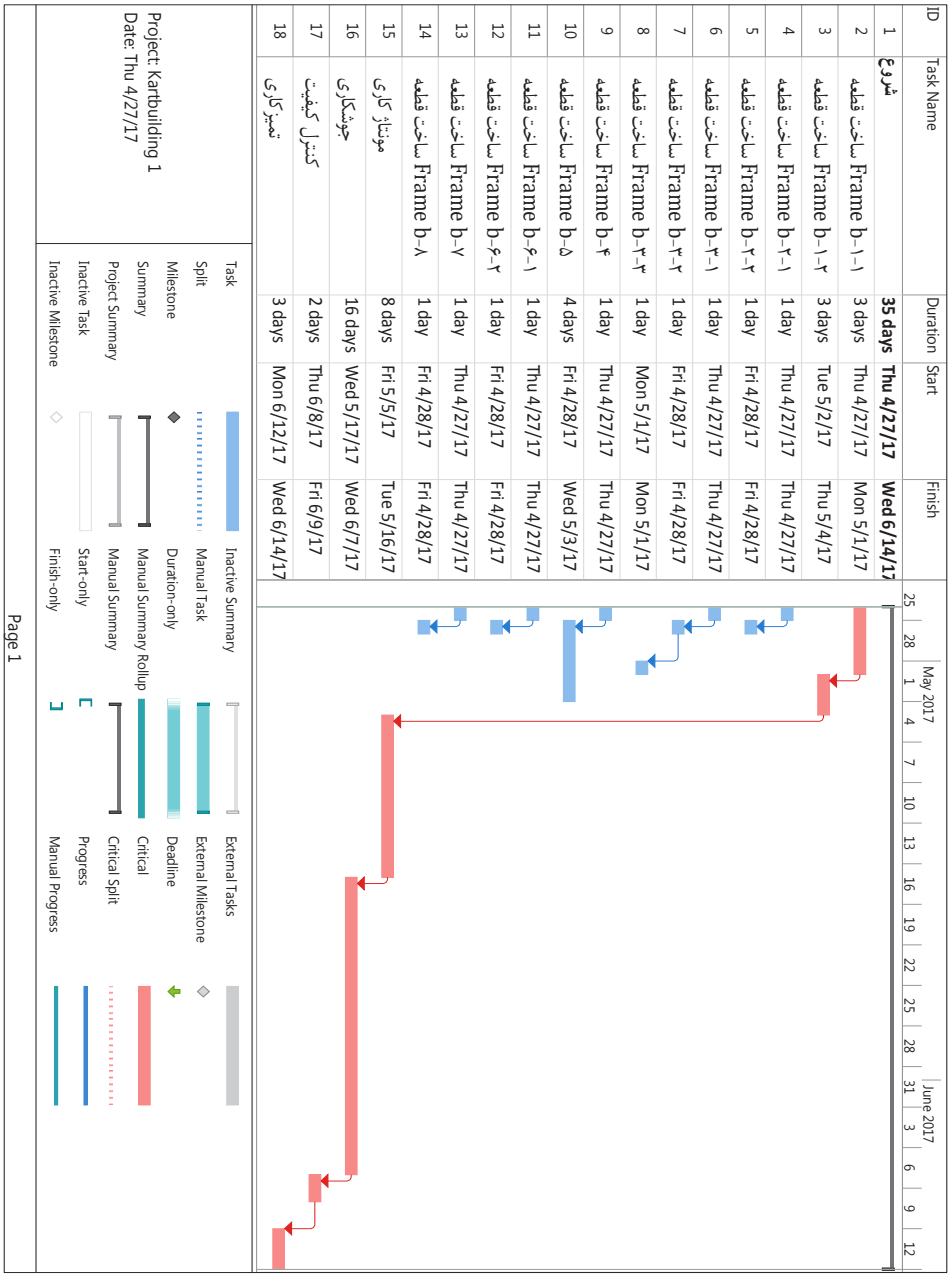
| | | | |
|---|---|---|---|
| ۶ | ساخت قطعه Frame b -3-2 | خط‌کشی ـ برشکاری | ۱ ساعت |
| ۷ | ساخت قطعه Frame b -3-3 | خط‌کشی ـ برشکاری | ۱ ساعت |
| ۸ | ساخت قطعه Frame b -4 | خط‌کشی ـ برشکاری | ۱ ساعت |
| ۹ | ساخت قطعه Frame b -5 | خط‌کشی ـ برشکاری ـ خمکاری | ۴ ساعت |
| ۱۰ | ساخت قطعه Frame b -6-1 | خط‌کشی ـ برشکاری | ۱ ساعت |
| ۱۱ | ساخت قطعه Frame b -6-2 | خط کشی ـ برشکاری | ۱ ساعت |
| ۱۲ | ساخت قطعه Frame b -7 | خط‌کشی ـ برشکاری | ۱ ساعت |
| ۱۳ | ساخت قطعه Frame b ـ8 | خط‌کشی ـ برشکاری | ۱ ساعت |
| ۱۴ | مونتاژکاری | علامت‌گذاری و خال‌بندی | ۸ ساعت |
| ۱۵ | جوشکاری | جوشکاری قوسی الکترود دستی | ۱۶ ساعت |
| ۱۶ | کنترل کیفیت | کنترل ابعادی و کیفیت جوش و اصلاح عیوب احتمالی | ۲ساعت |
| ۱۷ | تمیزکاری | سنگ‌زنی | ۳ ساعت |
| جمع کل | | | ۴۹ ساعت |

برای نوشتن برنامه زمان‌بندی می‌توان از نرم‌افزارهای مختلفی مانند MS Project Primavera Project Kiek Start استفاده کرد که زمان‌بندی زیر توسط نرم‌افزار MS Project تهیه شده است.

جدول زمان‌بندی ساخت شاسی ماشین کارتینگ (نرم‌افزار Microsoft Project)

آماده نمودن جدول زمان‌بندی فوق، برای درک بهتر مطالب، هر یک ساعت معادل یک روز در نظر گرفته شده است. اگر بخواهیم کلیه فعالیت‌ها را توسط یک نفر انجام دهیم، باید فعالیت‌ها به‌صورت متوالی انجام شده و پس از اتمام یک فعالیت، فعالیت بعدی آغاز شود، که در این صورت زمان انجام کل پروژه برابر با مجموع زمان‌های کلیه فعالیت‌ها می‌باشد.

ولی می‌توان با تفکیک صحیح فعالیت‌ها و انجام آنها توسط افراد یا گروه‌های مختلف، چند فعالیت را به‌صورت هم‌زمان انجام داد که شناخت هرچه بهتر ارتباط بین فعالیت‌ها و نحوه وابستگی آنها به یکدیگر می‌تواند در کاهش زمان و هزینه تمام شده پروژه بسیار مفید باشد.



تحقیق

به جدول زمان‌بندی فوق نگاه کنید.
زمان ساخت قطعه Frame b -1-1 و قطعه Frame b -1-2 یکسان و برابر ۳ ساعت می‌باشد.
چرا طول خط قطعه دوم طولانی‌تر از قطعه دوم می‌باشد.

**گام ششم: آغاز عملیات اجرایی**

پس از طی کردن مراحل فوق و برنامه‌ریزی کامل جهت ساخت پروژه اکنون زمان ساخت آن فرا رسیده است.
کلیه مراحل را با هماهنگی هنرآموز خود انجام دهید.

| پروژه های پیشنهادی | |
|---|---|
| ساخت ویلچر |  |
| ساخت وسیله بدنسازی |  |
| ساخت دوچرخه |  |

# پودمان ۱

# برش کاری پروفیل



پروفیل‌ها در صنعت امروز و در زندگی انسان‌ها نقش مهمی‌ایفا می‌کنند و به منظور کاهش وزن و افزایش قابلیت‌های کاربردی در طیف وسیعی از مصنوعات مختلف استفاده می‌شوند. پروفیل‌ها در صنایع خودرویی، ورزشی، ساختمان، حمل‌ونقل، دریایی و ساختمان کاربرد فراوان دارند. مرحله اول ساخت مصنوعات فلزی سنگین، برشکاری پروفیل‌ها می‌باشد. برشکاری‌هایی که در این مبحث اتفاق می‌افتد اغلب همراه با براده‌برداری بوده که شامل برشکاری با اره‌های مختلف است. لذا در این بخش به بررسی برشکاری با اره پروفیل‌بر خواهیم پرداخت.

# واحد یادگیری ۱

## شایستگی برشکاری با اره پروفیل‌بر

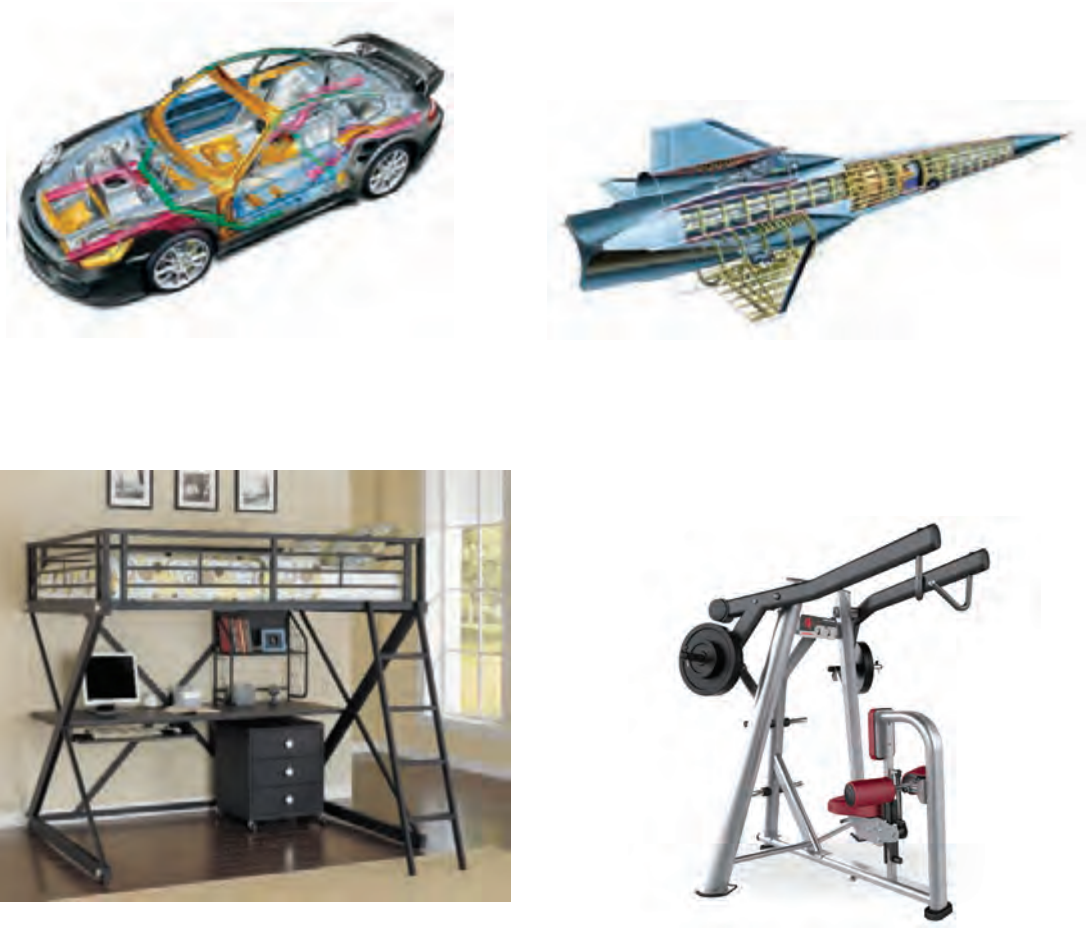
هدف از این شایستگی، شناسایی انواع پروفیل‌ها و کاربرد هر یک در ساخت مصنوعات فلزی است. تا با بدست آوردن توانایی خواندن نقشه‌های ساده و پیچیده مصنوعات پروفیلی، اره مناسب را انتخاب نموده و پس از تنظیم زوایای برشکاری، در نهایت با انجام برشکاری صحیح به ساخت مصنوعات پروفیلی دست یابند. در این واحد یادگیری ابتدا دسته بندی انواع پروفیل‌ها ارائه می‌شود، سپس روش‌های برشکاری پروفیل و تجهیزات مربوط به هر روش بیان می‌گردد. در پایان ارزشیابی نهایی از این واحد شایستگی برای ارزیابی شایستگی کسب شده توسط هنرجویان، به صورت عملی انجام می‌شود.

### استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی برشکاری با اره پروفیل‌بر هنرجویان قادر به استخراج اطلاعات مورد نظر از نقشه و انتخاب اره مناسب (از نظر نوع و شکل تیغه و قابلیت برشکاری ) بوده و بتوانند برشکاری را انجام دهند.

## پروفیل‌ها دسته‌ای از مصنوعات نیم‌ساخته فلزی هستند

پروفیل در صنایع ساختمان، هوافضا، خودرو، حمل و نقل، تزیینات و دکوراسیون، دستگاه‌های ورزشی به کار می‌رود. هدف از این کاربرد افزایش استحکام و کاهش وزن سازه است (شکل ۱ـ۱).



**شکل ۱ـ۱ـ کاربرد پروفیل‌ها**

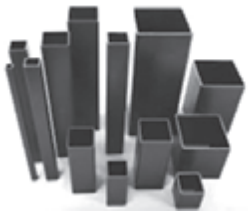
بحث کلاسی

- آیا پروفیل‌هایی که در ساخت مصنوعات بالا استفاده شده‌اند همه از یک نوع هستند؟
- در صورت تفاوت بین این پروفیل‌ها آیا می‌توان آنها را دسته‌بندی کرد؟

## انواع پروفیل

پروفیل‌ها می‌توانند شکل، جنس و ابعاد مختلفی داشته باشند. به طور معمول پروفیل‌های فلزی را براساس جرم آنها دسته‌بندی می‌کنند (جدول ۱ـ۱).

**جدول ۱ـ۱ـ دسته‌بندی انواع پروفیل از نظر جرم**

| نوع پروفیل | تصویر | توضیحات |
|---|---|---|
| سبک |  | مانند پروفیل‌های آلومینیوم |
| نیمه‌سنگین |  | مصنوعات توخالی و کوچک فولادی |
| سنگین |  | مصنوعات توپر و بزرگ فولادی |

**نکته**

پروفیل‌ها را می‌توان بر حسب سطح مقطع و جنس نیز دسته‌بندی نمود.

**پژوهش**

روش تولید هر یک از پروفیل‌های زیر را بیان کنید.

الف) پروفیل آلومینیومی‌در پنل تخت‌های بیمارستانی

ب) پروفیل آلومینیومی‌قاب پنجره‌های دوجداره

ج) پروفیل فولادی قاب درب‌های ساختمان

د) تیرهای فولادی در صنایع ساختمان

پژوهش

برخی از کاربردهای پروفیل‌های سبک را که در محیط اطراف خود می‌بینید بیان نمایید.

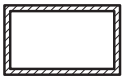
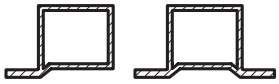
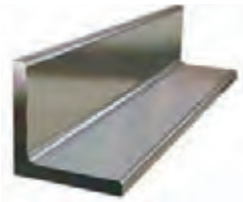
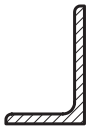
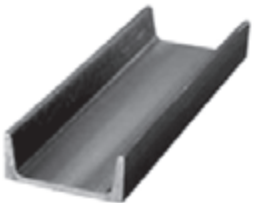
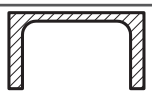
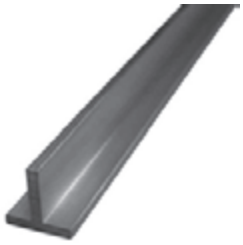
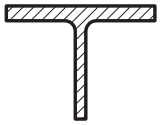
**پروفیل‌های سبک** پروفیل‌های آلومینیومی که به طور معمول به روش اکستروژن تولید می‌شوند در دسته پروفیل‌های سبک قرار می‌گیرند. این دسته از پروفیل‌ها در صنایعی که نیاز به وزن کم است مانند صنایع هوا و فضا کاربرد دارند (شکل ۱ـ۲).



**شکل ۱ـ۲ـ کاربرد پروفیل‌های سبک در ساخت مریخ‌نورد و سفینه حامل آن**

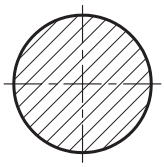
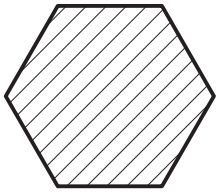
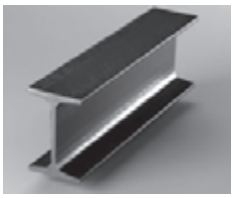
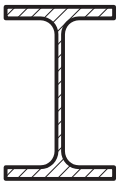
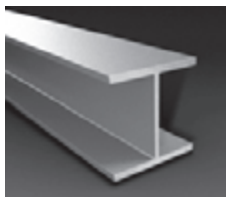
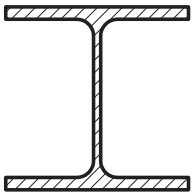
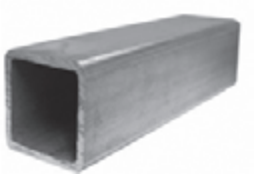
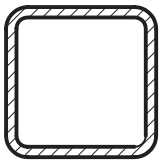
**پروفیل‌های نیمه سنگین** این دسته از پروفیل‌ها معمولاً از مقاطع توخالی و کوچک فولادی می‌باشند که با روش‌های نورد، کشش و آهنگری تولید می‌شوند ( جدول ۱ـ۲).

**جدول ۱ـ۲ـ انواع پروفیل‌های نیمه‌سنگین**

| نوع | تصویر | نوع مقطع | سطح مقطع |
|---|---|---|---|
| قوطی |  | مربعی |  |
| | | مستطیل |  |
| | | خاص (زهوار) |  |
| نبشی |  | بال مساوی |  |
| | | بال نامساوی |  |
| ناودانی |  | بال موازی |  |
| | | بال شیب‌دار |  |
| سه‌پر |  | لبه‌گرد |  |
| | | لبه‌تیز |  |
| لوله |  | درزدار |  |
| | | بدون درز |  |

**پروفیل‌های سنگین** این پروفیل‌ها از جنس فولاد می‌باشند که با استفاده از عملیات کار گرم تولید می‌شوند (جدول ۱ـ۳).

جدول ۱ـ۳ـ انواع پروفیل‌های سنگین

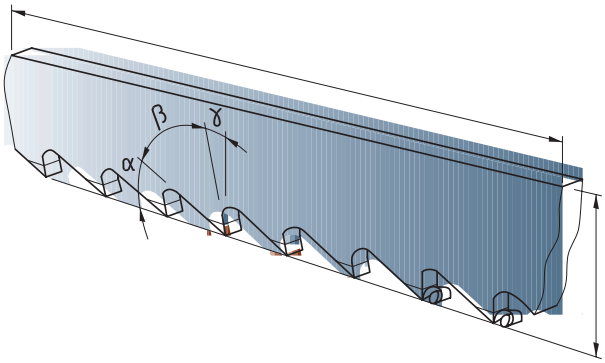
| نوع | نام | تصویر | سطح مقطع |
|---|---|---|---|
| میله[1] | گرده |  |  |
| | چهارپهلو |  |  |
| | چندپهلو |  |  |
| پروفیل‌های ساختمانی | تیرآهن I |  |  |
| | تیرآهن H |  |  |
| | قوطی |  |  |

1. bar

بحث کلاسی

فرق تیر آهن H و I را بیان نمایید. (مراجعه به جداول اشتال)

## برشکاری با اره




شکل ۱ـ۳ـ نمایی از لبه تیغه اره

بحث کلاسی

- علت پشت سر هم قرار گرفتن دندانه‌های گوه‌ای در اره چیست؟(شکل ۱ـ۳)
- نام قسمت‌های مشخص شده در شکل ۱ـ۳ را بیان نمایید.

### اره

یکی از ابزارهای برشکاری و تغییر شکل مکانیکی می‌باشد که عمل شیار زنی و برشکاری را با براده برداری انجام می‌دهد (شکل ۱-۴).



شکل ۱ـ۴




شکل ۱-۵- تیغه‌های مختلف اره

## پارامترهای برشکاری با اره

پارامترهای موجود در اره به صورت زیر تقسیم می‌شوند:

الف: جنس تیغه

ب: زوایای موجود در اره

پ: گام اره

ت: شکل و ابعاد تیغه

### جنس تیغه

شکل ۱-۵ تیغه‌های متداول در اره را نشان می‌دهد.

فعالیت

چه اطلاعاتی را از روی تیغه می‌توان بدست آورد؟

فعالیت

با راهنمایی هنر آموز محترم خود جدول ۱-۴ را کامل نمایید.

جدول ۱-۴- اطلاعات روی تیغه اره

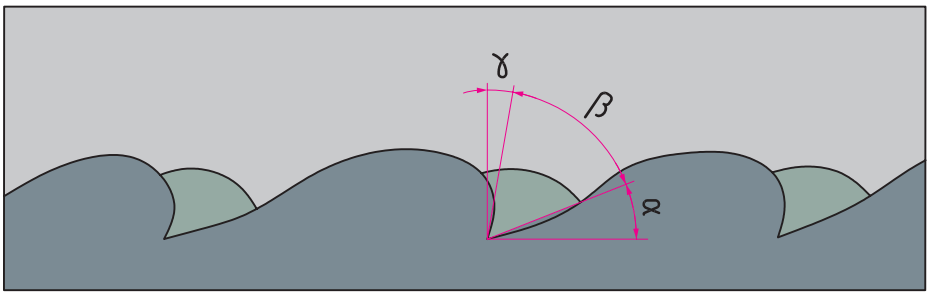
| ردیف | شرکت سازنده اره | جنس تیغه | کشور سازنده | مورد استفاده |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | بوش | | | برش فلز |
| ۲ | | | سوئیس | برش چوب |

### زوایای موجود در اره

شکل ۱-۶ زوایای موجود در دندانه‌های اره را نشان می‌دهد.

نکته

طراحی این زوایا برعهده شرکت سازنده است و در موقع خرید نمی‌توان هیچ تغییری در آن ایجاد نمود (جدول ۱-۵).




شکل ۱-۶- زوایای دندانه در اره

| جدول ۱-۵-زوایای اره | | | |
|---|---|---|---|
| پارامتر | نام | میزان پارامتر | وظیفه |
| γ | زاویه‌هادی | ۱۰ - ۰ | هدایت براده‌ها |
| β | زاویه گوه (زاویه دندانه) | ۵۰ | برشکاری و نفوذ در قطعه |
| A | زاویه آزاد | ۴۰ - ۳۰ | کاهش اصطکاک و لغزش آسان اره |

نکته

جنس قطعه در زوایای ساخت اره تأثیرگذار است و سازندگان اره با توجه به این مورداقدام به طراحی و ساخت اره می‌نمایند ( جدول ۱-۶).

| جدول ۱-۶- روند تغییرات پارامترها در اره | | | |
|---|---|---|---|
| ردیف | پارامتر و خصوصیات | قطعات نرم | قطعات سخت |
| ۱ | نوع براده | بزرگ، پیوسته و شکل پذیر | کوچک، ترد و شکننده |
| ۲ | زاویه آزاد | ثابت | ثابت |
| ۳ | زاویه براده برداری | زیاد | کم |
| ۴ | تعداد دندانه‌ها | کم | زیاد |
| ۵ | اندازه دندانه | درشت | ریز |

### گام اره عامل انتخاب تیغه

نکته ای که در هنگام خریداری اره باید در نظر گرفت، تعداد دندانه در هر اینچ ( گام اره ) می‌باشد. این مسئله عامل انتخاب اره است. شکل ۱-۷ تیغه اره‌های موجود برای برش جنس‌های مختلف را نشان می‌دهد. به نظر شما چه رابطه ای بین جنس قطعه و گام تیغه وجود دارد؟ جدول ۱-۷ را کامل نمایید.

| جدول ۱-۷- روند تغییر دندانه در اره | | |
|---|---|---|
| تعداد دندانه | قطعات سخت | قطعات نرم |
| | زیاد | کم |




شکل ۱-۷- تیغه‌های مختلف برای برش الف) چوب، ب) فلز

با توجه به مطالب فوق شرکت‌های سازنده ابزار با بهینه‌ترین پارامترها و گام، اقدام به تولید اره برای برش‌های مختلف نموده‌اند ( جدول ۱-۸).

| جدول ۱-۸- تغییرات تعداد دندانه در اره | | | |
|---|---|---|---|
| ردیف | جنس قطعه | میزان سختی | تعداد دندانه در هر اینچ |
| ۱ | مس | نرم | ۱۴ - ۱۶ |
| ۲ | فولاد معمولی | سختی کم (استحکام کمتر از $۶۰۰ N/mm^۲$) | ۱۸ - ۲۲ |
| ۳ | فولاد استحکام بالا و چدن‌ها | سختی زیاد (استحکام بیشتر از $۶۰۰ N/mm^۲$) | ۲۸ - ۳۲ |

فعالیت

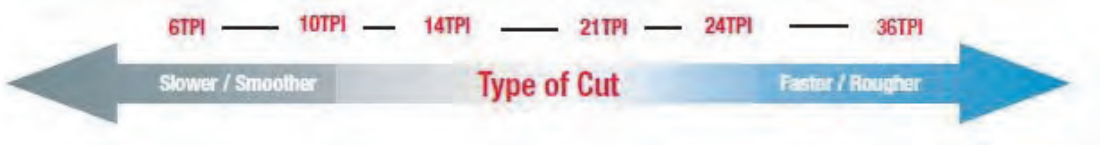
ضخامت مواد نیز در انتخاب گام تیغه تأثیرگذار است. شکل ۱-۸ این رابطه را نشان می‌دهد. با بهره‌مندی از دانش هنرآموز محترم خود این رابطه را استخراج نمایید.

| METAL | | |
|---|---|---|
| Teeth per Inch | Type of Cut | Materials |
| 14-18 | Smooth | Thick material |
| 24 | Smooth | Thin material |
| 36 | Very Smooth | Very thin material |

شکل ۱-۸- رابطه ضخامت ماده برش با گام تیغه

فعالیت

سرعت برشکاری و سطح برش با گام اره رابطه دارد. با بهره مندی از دانش هنر آموز محترم خود از شکل ۱-۹ این رابطه را استخراج نمایید و جدول ۱-۹ را تکمیل کنید.




**شکل ۱-۹- رابطه گام با سرعت برش و سطح برش**

| جدول ۱-۹- رابطه گام با سرعت برشکاری و سطح برش | | |
|---|---|---|
| | گام کم | گام زیاد |
| سطح برش | | |
| سرعت برشکاری | | |

### شکل و ابعاد تیغه

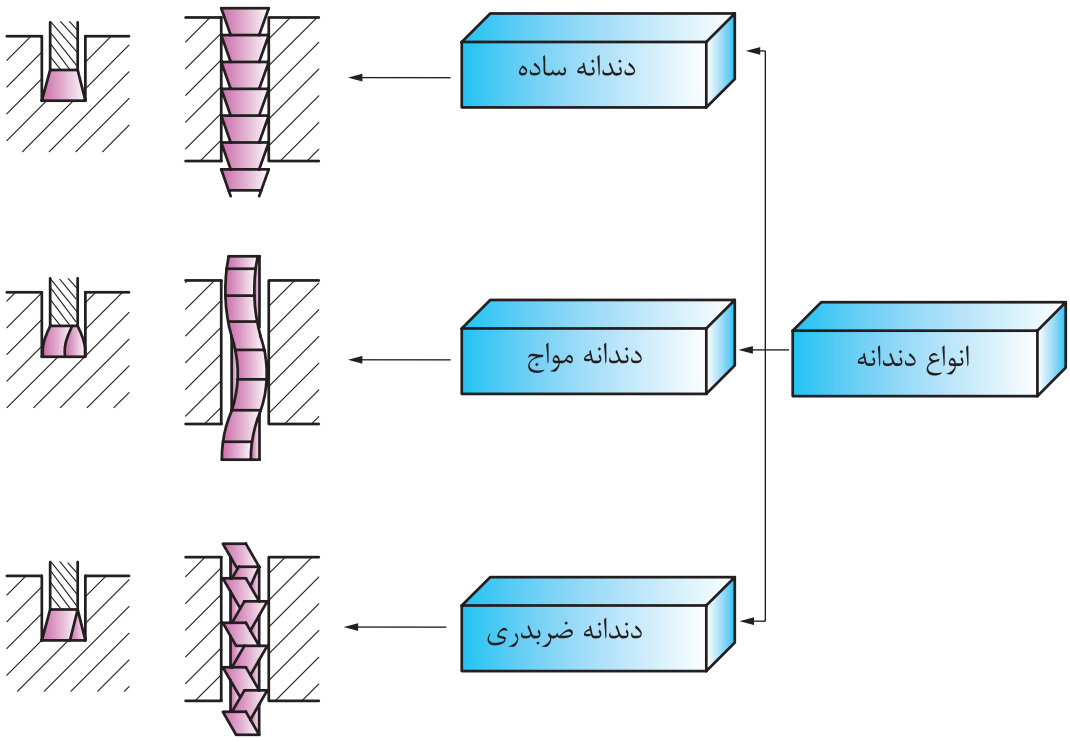
نیاز به برشکاری‌های مختلف در مسیرهای طولی، و زاویه‌ای و حالات دیگر منجر به ساخت دستگاه‌های مختلف اره با تیغه‌های متفاوت شده است که عبارت‌اند از:

الف) تیغه‌های خطی

ب) تیغه‌های دیسکی

### فاصله هوایی برش و انواع دندانه در اره

در اره به‌منظور کاهش اصطکاک و جلوگیری از گیرکردن اره، دندانه اره را به‌نحوی طراحی می‌کنند که شیار برش عریض‌تر از پهنای تیغه ایجاد شود. شکل ۱-۱۰ انواع نحوه قرارگیری دندانه در اره را نشان می‌دهد.




شکل ۱-۱۰- انواع دندانه در اره

## انواع اره

اره بر اساس نوع نیروی اعمالی به دو دسته دستی و ماشینی تقسیم می‌شوند.

**انواع اره دستی**

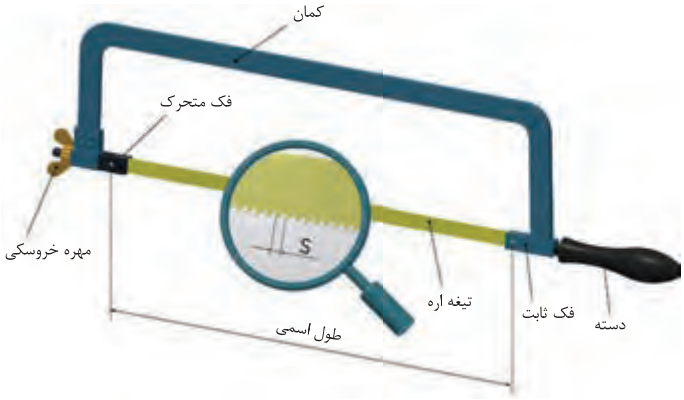
شکل ۱-۱۱ تقسیم بندی اره دستی را از نظر نوع کمان نشان می‌دهد:

| | |
|---|---|
|  | اره ثابت |
|  | اره قابل تنظیم |
|  | اره ظریف |

شکل ۱-۱۱- انواع کمان اره

## اجزای کمان اره

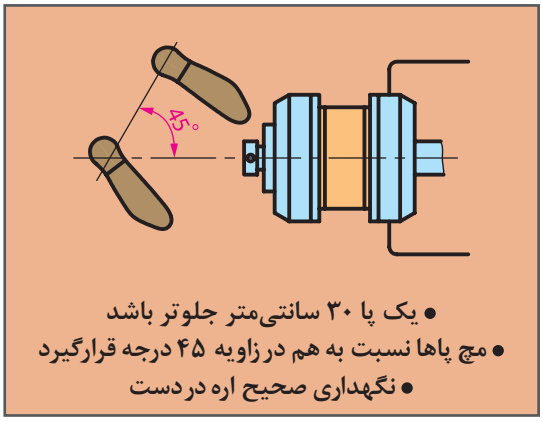
شکل ۱-۱۲ اجزای کمان اره دستی را نشان می‌دهد.



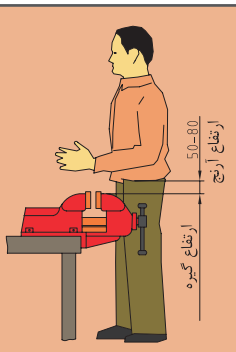

**شکل ۱-۱۲- اجزا کمان اره**

## مراحل برشکاری با کمان اره

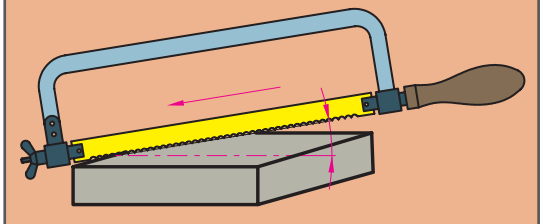
شکل ۱-۱۳ مراحل برشکاری با اره دستی را نشان می‌دهد:



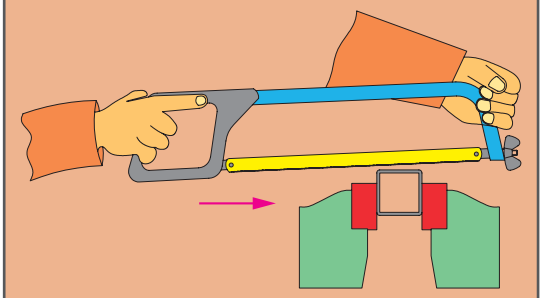

- یک پا ۳۰ سانتی‌متر جلوتر باشد
- مچ پاها نسبت به هم در زاویه ۴۵ درجه قرارگیرد
- نگهداری صحیح اره در دست




میز و گیره در ارتفاع مناسب قرار گیرد



تیغه اره با زاویه ۱۰ درجه بر روی قطعه بلغزد



ایجاد شیار بر روی قطعه

**شکل ۱-۱۳- مراحل برشکاری**

نکته

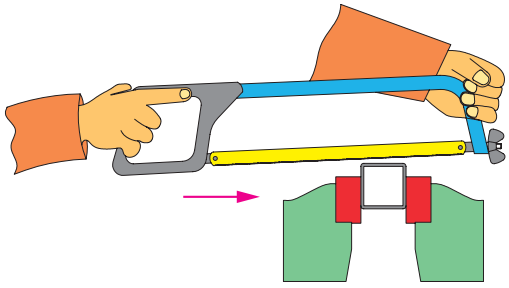
از آنجایی که در کمان اره، زاویه دندانه تیغه رو به‌جلو بسته می‌شود می‌بایست فقط در حرکت رفت به تیغه نیرو وارد شود.

نکته

در برشکاری لوله‌های نازک نیز برای جلوگیری از قلاب کردن اره، لوله را بطور مداوم بچرخانید.

نکته

در برشکاری ورق‌های نازک، ناودانی و نبشی به منظور جلوگیری از قلاب کردن اره، قطعه را در میان دو قطعه نرم دیگر ( چوب ) قرار داده و به گیره ببندید و هر سه قطعه را با هم برش دهید ( شکل ۱-۱۴).

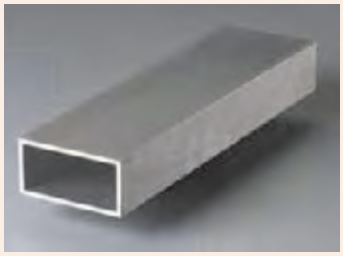


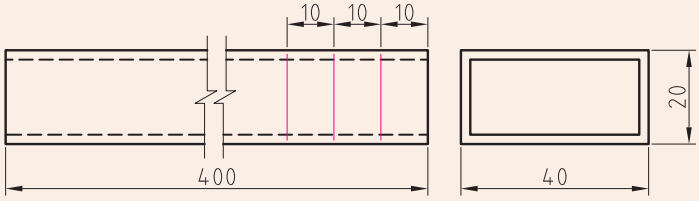
**شکل ۱-۱۴- برشکاری ورق، نبشی و ناودانی با اره دستی**

فعالیت کارگاهی

### مستقیم بری با اره دستی

یک قوطی را مطابق با نقشه ۱-۱ خط کشی و برشکاری نمایید.






**نقشه ۱-۱- برشکاری مستقیم بر روی پروفیل**

**وسایل و تجهیزات:** جدولی همانند زیر طراحی و تکمیل نمایید و تجهیزات مورد نیاز را از انباردار محترم دریافت نمایید.

| جدول تجهیزات | | |
|---|---|---|
| ردیف | وسایل | تعداد |
| ۱ | | |
| ۲ | | |
| ۳ | | |
| ۴ | | |

**نکات ایمنی:**

- قطعه را محکم به گیره ببندید و از محکم بودن تیغه اطمینان حاصل نمایید.
- در هنگام برشکاری از تمام طول تیغه استفاده نمایید.
- فشار بیش از حد به تیغه وارد نکنید.
- قطعه را نزدیک به گیره ببندید.

## انواع اره ماشینی

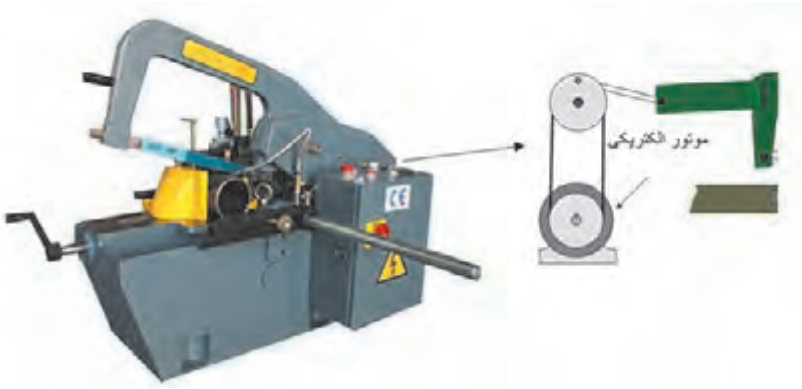
اره‌های ماشینی در مدل‌های مختلفی تولید می‌شوند که تفاوت آنها در شکل تیغه و نحوه برش است. جدول ۱-۱۰ دسته بندی انواع اره‌ها را نشان می‌دهد.

| جدول ۱-۱۰- انواع دستگاه‌های برشکاری با اره | | | |
|---|---|---|---|
| شکل تیغه | نام اره | جنس تیغه برش | تصویر |
| خطی | اره لنگ | HSS[1] |  |
| | اره نواری | HSS |  |
| دیسکی | اره اصطکاکی | سنگ فیبری |  |
| | اره صابونی | HSS |  |
| | اره آتشی | HSS |  |

1- HSS = High Speed Steel فولاد تندبر

### اره لنگ

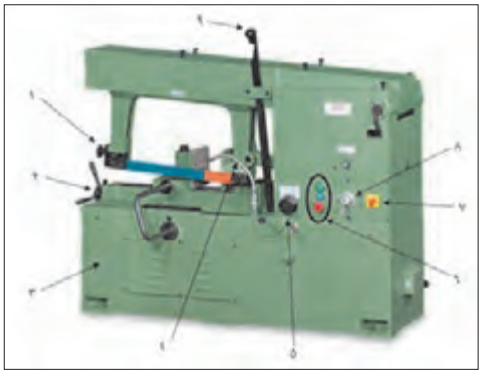
در این اره بااستفاده از یک موتور الکتریکی و یک چرخ لنگ حرکت رفت و برگشت برای تیغه تأمین می‌شود (شکل ۱-۱۵).




**شکل ۱-۱۵- اره لنگ**

در جدول ۱-۱۱ برخی از قسمت‌های ظاهری دستگاه را نشان می‌دهد.

**جدول ۱-۱۱- اجزای اره لنگ**

| تصویر | شماره | نام |
|---|---|---|
|  | ۱ | نگهدارنده تیغه |
| | ۲ | پیچ تنظیم گیره دستگاه |
| | ۳ | مخزن آب صابون |
| | ۴ | شیلنگ آب صابون |
| | ۵ | ولوم تنظیم فشار برش |
| | ۶ | سوئیچ‌های روشن/خاموش اره |
| | ۷ | کلید روشن/خاموش پمپ آب صابون |
| | ۸ | کلید تغییر جهت چرخش موتور |
| | ۹ | اهرم آزاد کننده جک هیدرولیک |

فعالیت کارگاهی

## راه اندازی و سرویس اره لنگ

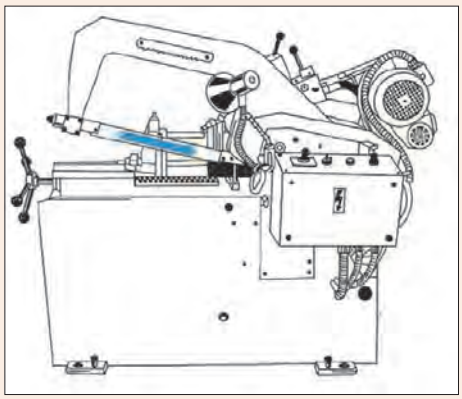
با بهره‌مندی از راهنمایی‌های هنر آموز محترم خود اقدامات زیر را انجام دهید:

الف) دستگاه اره لنگ را نظافت نمایید.

ب) تیغه جدید بر روی آن نصب کنید.

**نکته:** دستگاه اره لنگ در هنگام بازگشت تیغه به سمت دستگاه براده برداری می‌کند. در هنگام جانمایی تیغه دقت شود دندانه‌های تیغه به سمت دستگاه باشد ( شکل ۱-۱۶).

ج) ترکیب آب صابون را آماده و در مخزن دستگاه بریزید.



**شکل ۱-۱۶- جهت قرار گیری تیغه در اره لنگ**

**وسایل و تجهیزات:** جدولی همانند زیر طراحی و تکمیل نمایید و تجهیزات مورد نیاز را از انبار دار محترم دریافت نمایید.

| جدول تجهیزات | | |
|---|---|---|
| ردیف | وسایل | تعداد |
| ۱ | | |
| ۲ | | |
| ۳ | | |
| ۴ | | |

### ایمنی

در هنگام سرویس از خارج بودن دستگاه از مدار برق اطمینان حاصل نمایید.

## آب صابون

آب صابون محلولی شیری رنگ است که از ترکیب روغن آب صابون با آب، بر حسب نسبت پیشنهادی شرکت سازنده به‌دست می‌آید ( شکل ۱-۱۷). معمولاً این نسبت شامل ۹۵ درصد آب و ۵ درصد روغن آب صابون است.




**شکل ۱-۱۷- روش تهیه آب صابون**

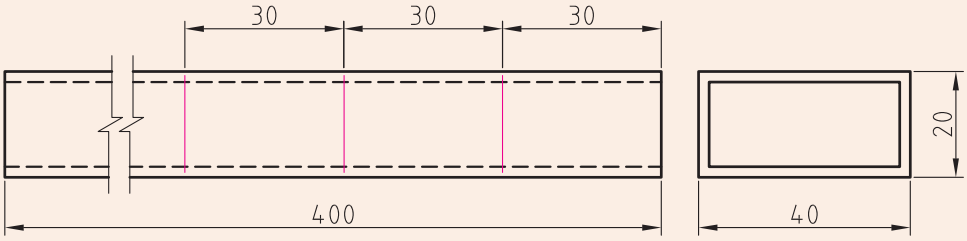
وظیفه آب صابون عبارت است از:

- روان کاری تیغه در محل برش
- خنک کنندگی ابزار
- شستن براده‌ها از مسیر برش

فعالیت کارگاهی

### سری بری با اره لنگ

همانند شکل ۱-۱۸ تعدادی پروفیل را جهت برشکاری به صورت هم زمان و با توجه به نقشه ۱-۲آماده‌سازی نمایید و برشکاری کنید.




**نقشه ۱-۲- برشکاری قوطی فولادی**



**شکل ۱-۱۸- سری بری با استفاده از اره لنگ**

**وسایل و تجهیزات:** جدولی همانند زیر طراحی و تکمیل نمایید و تجهیزات مورد نیاز را از انبار دار محترم دریافت نمایید.

| جدول تجهیزات | | |
|---|---|---|
| ردیف | وسایل | تعداد |
| ۱ | | |
| ۲ | | |
| ۳ | | |
| ۴ | | |

**ایمنی:**

- از محکم بودن گیره قبل از برشکاری اطمینان حاصل شود.
- اگر طول قطعه بلند است دنباله آن را بر روی پایه قرار دهیم.
- در هنگام برشکاری از آب صابون استفاده نمایید.
- در هنگام برشکاری مراقب گیر کردن لباس کار خود باشید.
- قطعات را با نیروی مناسب برشکاری نمایید و از افزایش نیرو به منظور کاهش زمان برشکاری خودداری نمایید.
- اگر طول برش بزرگتر از دنباله آزاد قطعه است قطعه را برعکس به گیره دستگاه ببندید.

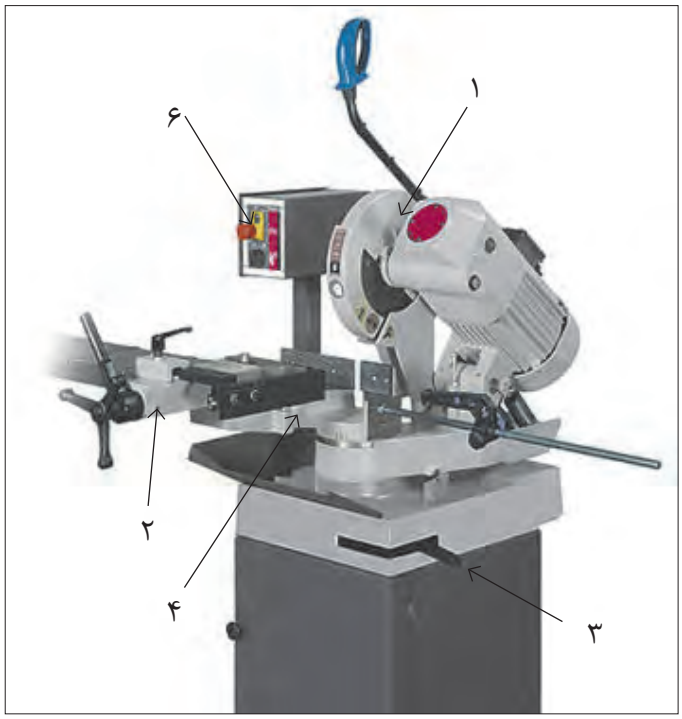
## اره آب صابونی

تیغه برش این اره دیسکی شکل می‌باشد و عمل برشکاری همراه با تزریق مایع خنک کننده انجام می‌شود (شکل ۱-۱۹).



**شکل ۱-۱۹- برشکاری با اره آب صابونی**

این اره توانایی تنظیم زاویه برش را دارد. برشکاری در این اره توسط اجزای مختلف انجام می‌شود که در شکل ۱-۲۰ آنها را مشاهده می‌نمایید و در جدول ۱-۱۲ متعلقات اره صابونی و وظیفه هر جز را مشاهده می‌کنید.




**شکل ۱-۲۰- اره آب صابونی**

| جدول ۱-۱۲- اجزا اره آب صابونی | | |
|---|---|---|
| ردیف | نام | وظیفه |
| ۱ | تیغه برش و قلاف محافظ | تیغه برش دیسکی به منظور برش قطعه و پوشش محافظ برای ایمنی |
| ۲ | گیره و پیچ تنظیم | نگهداشتن قطعه در وضعیت مناسب |
| ۳ | ضامن تنظیم زاویه | قفل کردن و آزاد سازی گیره |
| ۴ | زاویه سنج مدرج | نشان دهنده زاویه برش |
| ۵ | شیلنگ آب صابون | انتقال جریان آب صابون از مخزن به سمت تیغه |
| ۶ | تابلو فرمان | قطع و وصل برشکاری، روشن و خاموش کردن پمپ آب صابون |

نکته

زاویه تنظیمی‌بر روی گیره باید بصورت متمم زاویه پخ تنظیم گردد. یعنی اگر در گوشه ای نیاز به زاویه ۶۰ درجه بر روی پروفیل باشد، باید زاویه ۳۰ را برای گیره تنظیم نماییم.

فعالیت کارگاهی

## سرویس اره صابونی

با بهره مندی از راهنمایی‌های هنر آموز محترم خود اقدامات زیر را انجام دهید:

الف) دستگاه اره صابونی را نظافت نمایید.

ب) تیغه جدید بر روی آن نصب کنید.

**نکته۱:** جهت تعویض تیغه ضامن قفل کننده آن را نگه داشته و با استفاده از آچار مخصوص مهره تیغه را باز نمایید ( شکل ۱-۲۱).

**نکته۲:** ضامن تیغه در دستگاه‌های مختلف به صورت‌های متفاوت طراحی می‌شود.

**نکته۳:** هر دستگاه آچار مخصوص خود را دارد.

ج) ترکیب آب صابون را آماده و در مخزن دستگاه بریزید.




**شکل ۱-۲۱- ضامن و انواع آچار تعویض تیغه در اره آب صابونی**

**وسایل و تجهیزات:** جدولی همانند زیر طراحی و تکمیل نمایید و تجهیزات مورد نیاز را از انبار دار محترم دریافت نمایید.

| جدول تجهیزات | | |
|---|---|---|
| ردیف | وسایل | تعداد |
| ۱ | | |
| ۲ | | |
| ۳ | | |

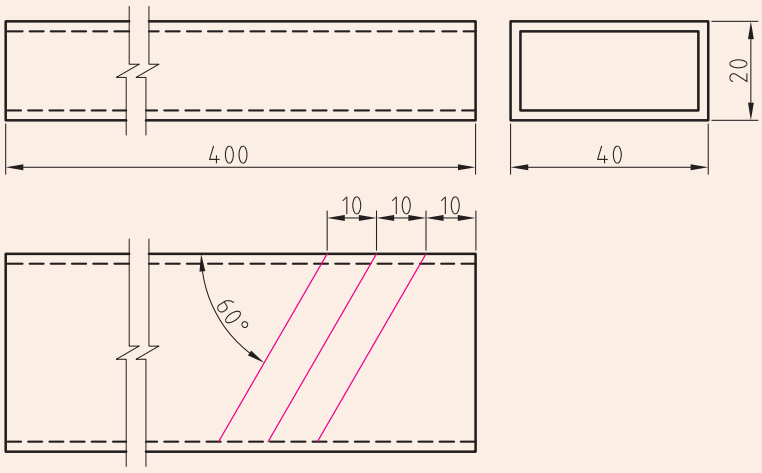
### ایمنی

در هنگام سرویس از متصل نبودن دستگاه به برق اطمینان حاصل نمایید.

فعالیت کارگاهی

## زاویه بری

نقشه ۱-۳ را با استفاده از اره آب صابونی برشکاری نمایید.




**نقشه ۱-۳- زاویه بری بر روی پروفیل**

**نکته:** زاویه برش، بصورت متمم بر روی دستگاه تنظیم شود.

**وسایل و تجهیزات:** جدولی همانند زیر طراحی و تکمیل نمایید و تجهیزات مورد نیاز را از انبار دار محترم دریافت نمایید.

| جدول تجهیزات | | |
|---|---|---|
| ردیف | وسایل | تعداد |
| ۱ | | |
| ۲ | | |
| ۳ | | |

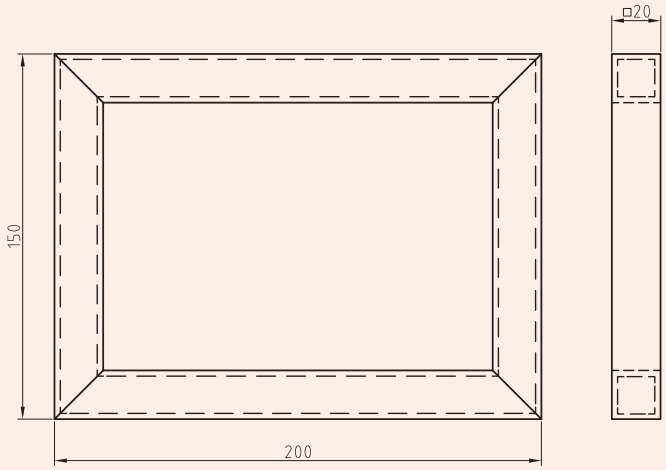
### ایمنی

- از محکم بودن گیره قبل از برشکاری اطمینان حاصل شود.
- اگر طول قطعه بلند است دنباله آن را بر روی پایه قرار دهیم.
- در هنگام برشکاری از آب صابون استفاده نمایید.
- در هنگام برشکاری مراقب گیر کردن لباس کار خود باشید.
- قطعات را با نیروی مناسب برشکاری نمایید و از افزایش نیرو به منظور کاهش زمان برشکاری خودداری نمایید.
- اگر طول برش بزرگتر از دنباله آزاد قطعه است قطعه را برعکس به گیره دستگاه ببندید.

فعالیت کارگاهی

## ساخت قاب

قوطی ۲۰×۲۰ زیر را طبق نقشه ۱-۴ با استفاده اره آب صابونی برشکاری نمایید و پس از پلیسه گیری فصل مشترک اتصال را از نظر سطح تماس و زاویه مونتاژ بررسی نمایید.




نقشه ۱-۴- قاب پروفیلی مربعی شکل

**وسایل و تجهیزات:** جدولی همانند زیر طراحی و تکمیل نمایید و تجهیزات مورد نیاز را از انبار دار محترم دریافت نمایید.

| جدول تجهیزات | | |
|---|---|---|
| ردیف | وسایل | تعداد |
| ۱ | | |
| ۲ | | |
| ۳ | | |

## ایمنی

- از محکم بودن گیره قبل از برشکاری اطمینان حاصل شود.
- در هنگام برشکاری مراقب انگشتان خود باشید.
- در موقع تعویض و تنظیم قطعه دستگاه خاموش باشد.

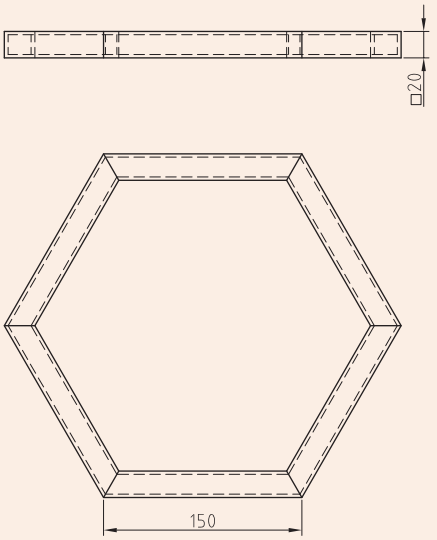
فعالیت کارگاهی

**فارسی بری**

قوطی ۲۰×۲۰ زیر را طبق نقشه ۱-۵ با استفاده اره آب صابونی برشکاری نمایید. برای این منظور:

- طول پروفیل مورد نیاز را محاسبه نمایید.
- زاویه برش را محاسبه کنید.

راه حلی برای کاهش دور ریز در این نقشه ارائه نمایید.




**نقشه ۱-۵- قاب پروفیلی به شکل شش ضلعی منتظم**

**وسایل و تجهیزات:** جدولی همانند زیر طراحی و تکمیل نمایید و تجهیزات مورد نیاز را از انبار دار محترم دریافت نمایید.

| جدول تجهیزات | | |
|---|---|---|
| ردیف | وسایل | تعداد |
| ۱ | | |
| ۲ | | |
| ۳ | | |
| ۴ | | |

**ایمنی**

- در هنگام کار از لوازم ایمنی فردی ( دستکش و عینک ) استفاده نمایید.
- در هنگام برشکاری مراقب انگشتان خود باشید
- در موقع تعویض و تنظیم قطعه دستگاه خاموش باشد.

## ارزشیابی پایانی

**شرح کار:**
**۱.برشکاری پروفیل‌های سبک بر اساس نقشه**
**۲.برشکاری پروفیل‌های سنگین بر اساس نقشه**

**استاندارد عملکرد:**
**برشکاری انواع پروفیل‌های فلزی با توجه به جنس و سطح مقطع آن با دستگاه پروفیل بر برابر نقشه**

**شاخص‌ها:**
**۱. انتخاب دستگاه با توجه به نوع پروفیل**
**۲. انتخاب تیغه با توجه به مقطع پروفیل**
**۳. برشکاری با توجه به ابعاد نقشه و بدون پلیسه**

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه برشکاری استاندارد با سیستم تهویه مناسب و نور کافی، تجهیزات برشکاری پروفیل سبک و نیمه سبک**

**شرایط: یک ساعت**

**ابزار و تجهیزات: دستگاه پروفیل بر آب صابونی- اره لنگ- متر- پروفیل سبک و نیمه سنگین- آب صابون**

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | آماده سازی | ۱ | |
| ۲ | برشکاری | ۲ | |
| ۳ | کنترل نهایی | ۱ | |
| ۴ | | | |
| ۵ | | | |
| | **شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:**<br>استفاده از لوازم ایمنی کار فردی-رعایت ایمنی در هنگام کار با دستگاه‌های پروفیل بر- توجه به نکات زیست محیطی | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است .

# پودمان ۲

# خمکاری لوله



در ساخت سازه‌های سبک استفاده از مقاطع توخالی مانند لوله بسیار متداول است. سازه‌ها یا محصولاتی مانند میز و صندلی، دوچرخه و نظایر آن معمولاً توسط اتصال لوله‌ها به یکدیگر ساخته می‌شود. تولید این محصولات به ویژه زمانی که با شکل های پیچیده و یا طرح‌های زیبا همراه شود، نیازمند ایجاد خم در اجزاء لوله‌های آن می‌باشد. در این پودمان تکنیک‌های محاسبه و ایجاد خم‌ها با اشکال و ابعاد گوناگون در لوله‌های فلزی مورد بررسی قرار گرفته است.

# واحد یادگیری ۲

## شایستگی خمکاری لوله

همانطور که در پودمان اول به آن اشاره شد، لوله‌ها نوعی پروفیل هستند که کاربرد وسیعی در ساخت مصنوعات فلزی دارد. در ابتدای این واحد یادگیری دسته‌بندی انواع لوله‌ها، شکل، جنس و روش تولید ارائه شده است، در ادامه اهمیت محاسبه طول اولیه و پیاده‌کردن نقشه بر روی لوله بیان شد. پس از این مرحله، تکنیک‌های خمکاری و انواع خمکاری ارائه شده است.

## استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی خمکاری لوله هنرجویان قادر به استخراج اطلاعات مورد نیاز برای خم از نقشه، انتخاب خمکن مناسب بر اساس نوع مصنوع و خمکاری لوله خواهد بود.

## لوله نوعی پروفیل است



شکل ۲ـ۱ـ وسایل ورزشی نصب شده در بوستان شهری

در شکل ۲-۱ یک مجموعه‌ای از وسایل ورزشی را می‌بینید که از لوله ساخته شده اند، به نظر شما چرا این تجهیزات را از لوله می‌سازند؟

**لوله استوانه‌ای تو خالی است که معمولاً برای جابجایی سیالات و یا در ساخت سازه‌ها استفاده می‌شود.**

## لوله‌ها می‌توانند درزدار باشند یا بدون درز

شکل‌های ۲-۲ و ۲-۳ به ترتیب لوله‌های درزدار و بدون درز را نشان می‌دهد.



شکل ۲ـ۲ـ لوله درز دار



شکل ۲ـ۳ـ لوله بدون درز

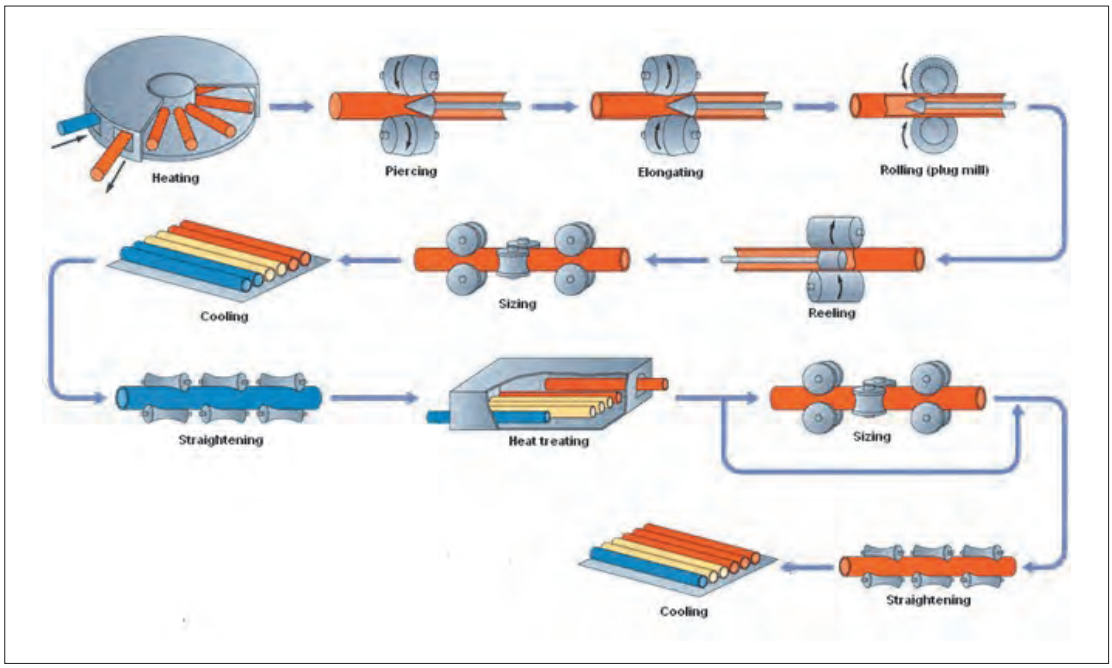
## لوله‌های بدون درز

این لوله‌ها به صورت یکپارچه و بدون درز می‌باشند و به روش های مختلفی تولید می‌شوند که نوع روش تولید آنها به جنس لوله بستگی دارد.

### الف) لوله فولادی

این لوله مستقیما با ایجاد سوراخ درون شمشِ گداخته، تولید می‌شود و بیشتر در خطوط انتقال گاز، و ساخت مخازن تحت فشار، تأسیسات پالایشگاهی و نیروگاه‌ها کاربرد دارند.

شکل ۲-۴ روش تولید لوله‌های بدون درز فولادی را به صورت خلاصه نشان می‌دهد:




**شکل ۲ـ۴ـ روش تولید لوله بدون درز**

### ب) لوله چدنی

این لوله‌ها توسط روش ریخته‌گری گریز از مرکز، ساخته می‌شوند.

### ج) پلیمر

این لوله‌ها توسط روش تزریق تولید می‌شوند.

### د) مس و آلومینیوم

این لوله‌ها، معمولاً بصورت شمش تولید می‌شوند.

فعالیت

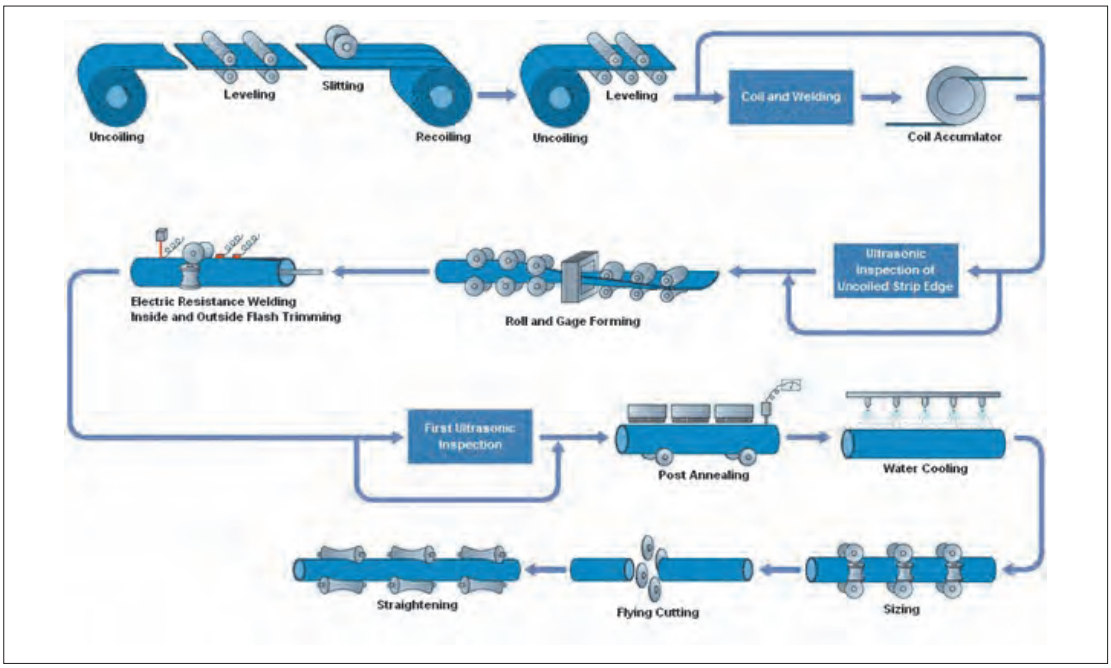
در بازار گاهی اوقات از عبارت لوله مانسمان به جای لوله درزدار استفاده می‌شود. با تحقیق و پرس‌وجو علت را جویا شوید.

تمرین

در مورد روش‌های تولید لوله‌های چدنی و آلومینیومی تحقیق نمایید، و نمودار مراحل تولید آنها را رسم کنید.

### لوله‌های درزدار

لوله‌هایی که توسط خمکاری و جوشکاری ورق به صورت درزدار تولید می‌شوند، از این لوله‌ها بیشتر در انتقال سیالات کم فشار و هم چنین به عنوان ماده‌ی اولیه در تولید پروفیل‌های نیمه سبک، استفاده می‌شود. شکل شماره ۲-۵، مسیر تولید لوله‌های درز را نشان می‌دهد:



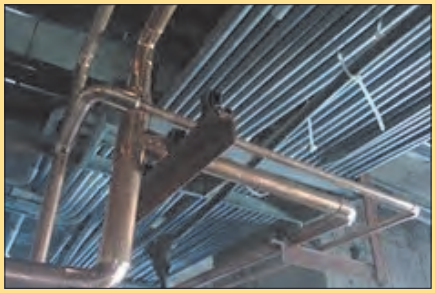

**شکل ۲ـ۵ـ روش تولید لوله درز دار**

تحقیق

در فضای مجازی در مورد کاربردهای لوله‌های درزدار و شرکت‌هایی که این لوله‌ها را تولید می‌کنند تحقیق کنید و در جلسهٔ بعد برای هنرآموز خود و هم‌کلاسی‌هایتان توضیح دهید.

## دسته بندی لوله‌ها بر اساس کاربرد و جنس

جدول زیر دسته‌بندی لوله‌ها بر اساس جنس را نشان می‌دهد، همچنین ویژگی‌ها و کاربرد هر یک از آن‌ها در قسمت ذکر شده است.

| جنس لوله | ویژگی و کاربرد | شکل |
|---|---|---|
| **فولاد** | ● **ویژگی:**<br>استحکام بالا (تحمل فشار)<br>● **کاربرد:**<br>لوله انتقال گاز و آب و نفت و مواد شیمیایی |  |
| **پلیمر (پلاستیک)** | ● **ویژگی:**<br>سبک، ارزان قیمت، مقاوم به خوردگی<br>● **کاربرد:**<br>تأسیسات آب و فاضلاب، مانند لوله PVC (پلی وینیل کلراید) لوله PE (پلی اتیلن) لوله PB (پلی بوتلین) |  |
| **چدن** | ● **ویژگی:**<br>سهولت ساخت، ارزان قیمت، مقاومت به خوردگی<br>● **کاربرد:**<br>انتقال فاضلاب یا تهویه |  |
| **مس** | ● **ویژگی:**<br>انتقال گرما، انعطاف‌پذیری، مقاومت به خوردگی<br>● **کاربرد:**<br>سیستم‌های تهویه مطبوع و تبرید |  |

همانطور که در جدول مشاهده می‌کنید، لوله کاربردهای مختلفی در صنعت دارد، به عنوان مثال انتقال نفت و گاز در صنایع پتروشیمی، اما آیا می‌توان بدون در نظر گرفتن یک سری شرایط و الزامات از این لوله‌ها برای هر صنعت یا کاربردی استفاده کرد؟ برای انتخاب لوله مناسب برای یک کاربرد مشخص، طراحی و ساخت یک سازه لوله‌ای، یک سری استانداردهایی وجود دارد که باید از آنها برای اهدافی که بیان شد، استفاده کرد.

**بیشتر بدانیم**

شاید بارها شنیده‌اید که این وسیله استاندارد است یا فلان وسیله استاندارد نبود و اتفاق بدی افتاد. هیچ‌وقت فکر کرده‌اید که استاندارد یعنی چه؟ استاندارد یعنی نظم و قانون. هر کاری که طبق اصول منظم و مرتب انجام شده باشد می‌گویند طبق استاندارد است و مهر استاندارد دریافت می‌کند. شاید نتوان تعریف خیلی دقیق و صحیحی از استاندارد ارایه کرد، ولی به‌طور کلی می‌توان این‌گونه عنوان کرد که استاندارد آزمایش‌ها و مطالعات گذشته برای نتیجه‌گیری و استفاده در آینده است. استانداردها اما تنها مربوط به کالا نمی‌شوند، بلکه بسیاری از خدمات را نیز شامل می‌شوند. باید قبول کرد هر کالا و یا هر نوع خدماتی باید در یک چارچوب مشخص ارائه شود و این چارچوب‌ها را می‌توان با استاندارد تعریف کرد. در دنیای امروزی تقریباً تمامی کشورها برای خود یک استاندارد ملی دارند.

استاندارد باعث می‌شود که ما با خیال راحت، کالا و خدمات مورد نیاز خود را انتخاب کنیم و بدانیم که انتخاب ما مشکلی برای ما ایجاد نمی‌کند. اگر استاندارد نباشد ، زندگی بسیار پرخطر و حادثه آفرین خواهد شد. اجرای استانداردها من‌جمله استانداردهای ملی ایران به نفع تمام مردم و اقتصاد کشور است و باعث افزایش صادرات و فروش داخلی و تأمین ایمنی و بهداشت مصرف‌کنندگان و صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌ها و در نتیجه موجب افزایش درآمد ملی و رفاه عمومی و کاهش قیمت‌ها می‌شود. به عبارت دیگر در بیشتر کشورها سازمانی وجود دارد که بر کیفیت کالاها نظارت می‌کند که به نام سازمان استاندارد معروف است. در برخی موارد بسیاری پا را فراتر گذاشته و مؤسساتی را ایجاد کرده‌اند که کارشان استاندارد است. با این اوصاف تعداد استانداردهای صادر شده مرتب بالاتر و بالاتر رفت، به‌گونه‌ای که درحال حاضر بسیاری از حرفه‌های مختلف در دنیا استانداردهای مخصوص خود را دارند.

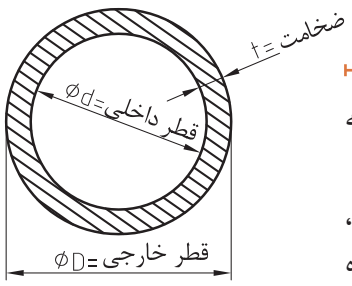
**فعالیت**

در مورد استانداردهای لوله در اینترنت جستجو کنید و نتایج را به صورت یک گزارش کوتاه در کلاس ارائه دهید.

## مشخصه‌های لوله

به نظر شما برای تولید یک مصنوع، علاوه بر جنس و نوع لوله، به چه اطلاعات دیگری نیاز داریم؟

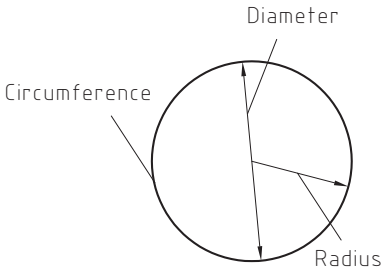
لوله‌ها بر اساس معیارهای متفاوتی مانند قطر داخلی، قطر خارجی، ضخامت و طول تعریف می‌شوند. در شکل ۲-۶، مشخصه‌های لوله آمده است و در جدول زیر مفهوم و مشخصه‌های آنها را ملاحظه می‌کنید.




**شکل ۲ـ۶ـ نمای لوله از روبه‌رو**

| جدول ـ تعریف مشخصات لوله | |
|---|---|
| مفهوم | مشخصه |
| قطر خارجی | OD = Outside Diameter |
| قطر داخلی | ID = Inside Diameter |
| ضخامت | T = Thickness |
| طول | L = Length |

شکل زیر نمایی از سطح مقطع یک لوله را نشان می‌دهد.




**شکل ۲-۷: نمایی از سطح مقطع لوله**

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید یک لوله دارای شعاع، قطر و محیط می‌باشد

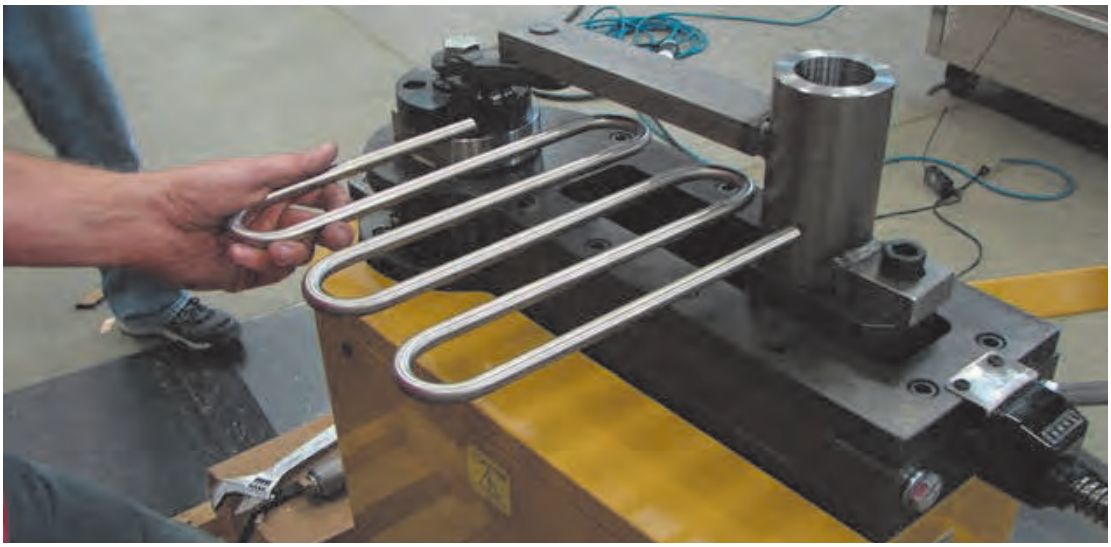
- **محیط (circumference)**: دور تا دور هر شکل را محیط آن می‌نامیم.
- **شعاع (radius)**: خط مستقیمی‌که مرکز دایره را به محیط وصل می‌کند.
- **قطر (diameter)**: خط مستقیمی که با عبور از مرکز دایره یک جهت از محیط را به جهت دیگر منتقل می‌کند و دو برابر شعاع می‌باشد.

**نکته**

توجه داشته باشید که در محاسبات خمکاری لوله‌های فولادی، شعاع خم همیشه بر اساس محور طولی لوله منظور می‌شود.

## خمکاری لوله

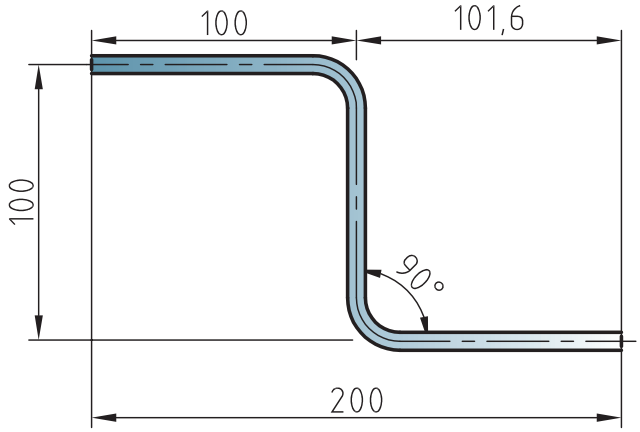
به لوله خم شده شکل زیر نگاه کنید، به نظر شما برای ساخت این محصول به چه اطلاعات و تجهیزاتی نیاز است؟



**شکل ۲-۸: لوله خم شده -مبدل حرارتی**

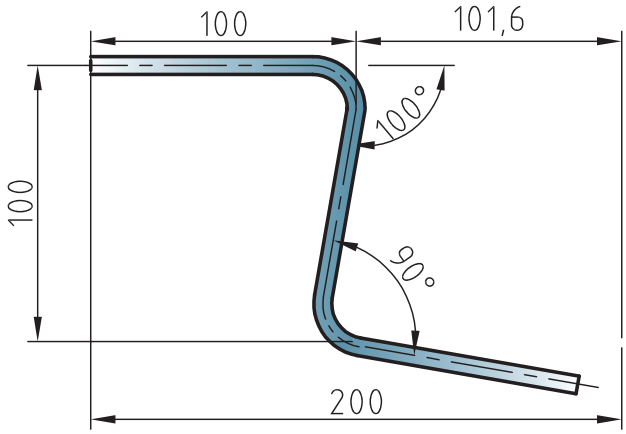
## نقشه خوانی و پیاده کردن نقشه روی لوله

همانطور که قبلاً آموخته‌اید برای ساخت یک مصنوع، نیاز به یک سری اطلاعات داریم، که از روی نقشه می‌توان آن‌ها را بدست آورد. به عنوان مثال برای خمکاری لوله جهت ساخت یک وسیله ورزشی، اطلاعات مورد نیاز برای تعیین طول اولیه لوله، پارامترهای خم کاری در نقشه آمده است و می‌توانید اطلاعات مورد نیاز را از آن استخراج کنید.




**شکل ۲-۹: اندازه گیری و اندازه گذاری در خم کاری**

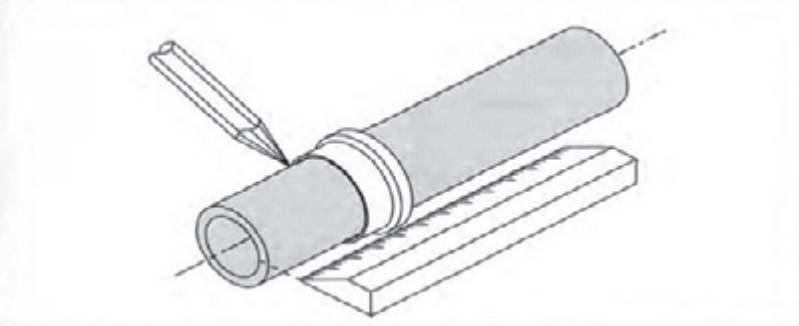
اندازه‌گیری و علامت‌گذاری صحیح دو عامل بسیار مهم در خمکاری دقیق لوله به حساب می‌آید. عدم دقت در اجرای هر کدام از این موارد باعث بروز مشکل انطباق نهایی لوله و ساخت مصنوع فلزی می‌شود. تصویر صفحه بعد را نگاه کنید، دلیل عدم انطباق لوله در نقطه D را چه می‌دانید؟




**شکل ۲ـ۱۰ـ مثالی از اندازه گذاری اشتباه و ایجاد مشکل در خم کاری لوله**

### علامت گذاری روی لوله

برای افزایش دقت در علامت گذاری، از یک بست فلزی به عنوان راهنما دور لوله استفاده کنید. برای نشانه‌گذاری، روی لوله از نشانگرهای نوک تیز (مانند مداد، مارکر)، استفاده کنید.

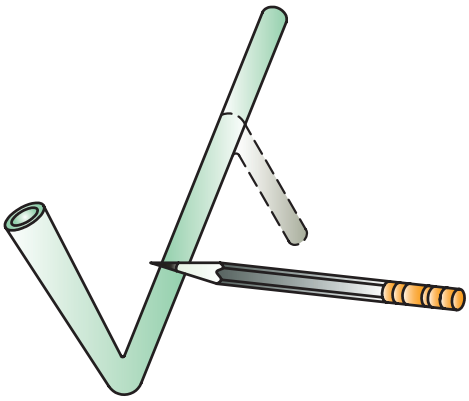


**شکل ۲ـ۱۱ـ علامت گذاری روی لوله**

**نکته**

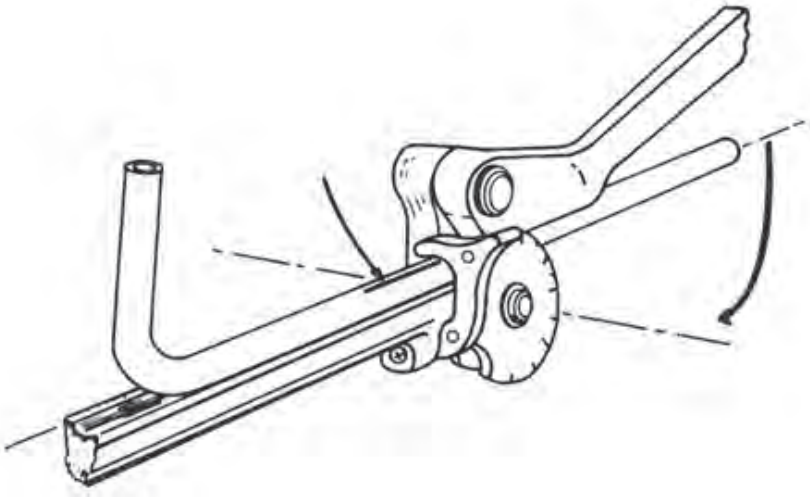
استفاده از ماژیک یا نشانگرهایی که نوک آنها پهن می‌باشد باعث پایین آمدن دقت در اندازه‌گذاری می‌شود.

دقت کنید توسط ابزار نوک تیز روی لوله‌ها به هیچ وجه نباید خراش ایجاد کنید، زیرا این عمل باعث خوردگی و ضعیف شدن مقطع لوله می‌شود.



**شکل ۲-۱۲: علامت گذاری با ابزار نوک تیز**

معمولا دستگاه‌های خمکاری از یک جهت عملیات خم را انجام می‌دهند، به همین دلیل مشخص نمودن یک خط مرجع از ابتدای کار خصوصاً در مواردی که باید چندین خم و در جهات مختلف انجام شود بسیار مفید است.



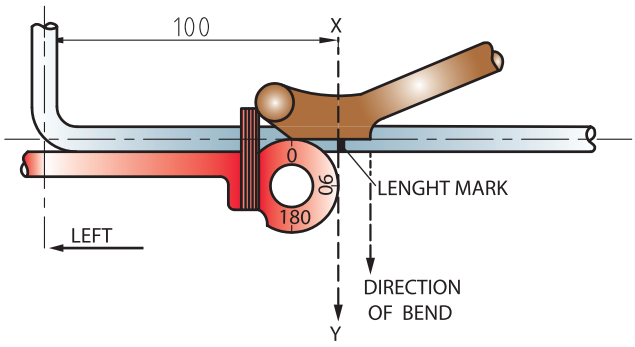
**شکل ۲-۱۳: مشخص کردن خط مرجع**

یک علامت طولی روی لوله مشخص می‌کنیم، سپس لوله را به صورتی در دستگاه خمکاری قرار می‌دهیم که آن علامت رو به بالا و خلاف جهت زاویه خم قرار گیرد.

این علامت علاوه بر امکان کنترل دقیق جهت خم، پس از خمکاری برای ادامه صحیح عملیات خمکاری در جهات مختلف بسیار مفید می‌باشد.

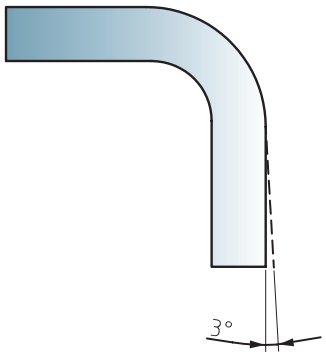
**نحوه قرار دادن لوله در دستگاه جهت خمکاری**

پس از اندازه گذاری لوله مطابق توضیحات ارائه شده، لوله را به صورتی در دستگاه قرار می‌دهیم که علامت مورد نظر با زاویه مشخص شده روی دستگاه مماس با هم باشند (شکل ۲-۱۴).




شکل ۲-۱۴

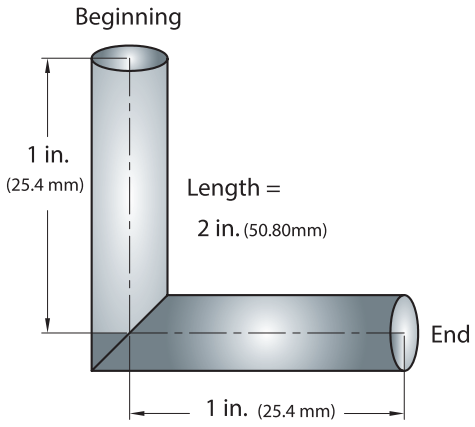
به طور معمول لوله‌ها پس از اعمال نیروی خم، کمی‌حالت فنری یا برگشت پذیری از خود نشان می‌دهند، که میزان این برگشت پذیری بر اساس جنس لوله متغیر است.




شکل ۲-۱۵

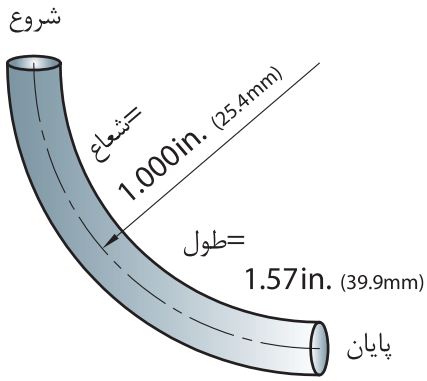
## میزان افزایش طول حین خمکاری

محاسبات طول کلی لوله در خمکاری، به نوع خم بستگی دارد. اگر از خم تیز استفاده کنیم (فاق بری)، طول نهایی برابر با طول اولیه خواهد بود. (شکل ۲-۱۶)




شکل ۲-۱۶

اگر از خم قوسی (خم با شعاع زیاد) استفاده شود، طول لوله پس از خمکاری ممکن است با طول اولیه آن برابر نباشد، بنابراین محاسبه میزان این تغییرات قبل از برشکاری بسیار مهم است (شکل۲-۱۷).




**شکل ۲ـ۱۷ـ خم با شعاع زیاد**

بخش خارجی لوله پس از خمکاری کشیده شده و باعث افزایش طول لوله می‌شود، که این افزایش طول از محور تار خنثی قابل محاسبه می‌باشد. محل قرار گیری تار خنثی بستگی به شعاع خم و قطر لوله دارد که برای محاسبه آن از فرمول های زیر استفاده می‌شود :

الف - اگر **شعاع خم بیشتر از ۵ برابر ضخامت قطعه** باشد، تار خنثی در وسط قطعه قرار می‌گیرد و توسط فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$R_B > ۵ \times S$$

$$R_N = R_B + \frac{S}{۲}$$

$R_N$ = شعاع تار خنثی

$R_B$ = شعاع خم

$S$ = قطر لوله

ب- اگر شعاع خم کمتر از ۵ برابر ضخامت قطعه باشد، تار خنثی به سمت دیواره داخلی خم جابه جا می‌شود و توسط فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$R_B < ۵ \times S$$

$$R_N = R_B + \frac{S}{۳}$$

با توجه به اندازه تار خنثی، برای محاسبه طول خم از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$L_B = \frac{R_N \pi \alpha}{۱۸۰}$$

$L_B$ = طول خم

$R_N$ = شعاع تار خنثی

$\alpha$ = زاویه خم

محاسبه طول خم کاربردهای متفاوتی دارد مانند:
بدست آوردن طول لوله برای برشکاری یا نحوه اندازه گذاری لوله برای خمکاری.

**تار خنثی(طول گسترده) چیست؟**

وقتی لوله‌ای خم می‌شود، لایهٔ بیرونی قطعه کشیده شده و طول آن افزایش می‌یابد، هم چنین لایهٔ درونی آن فشرده می‌شود و طول آن کاهش می‌یابد بین لایهٔ بیرونی و درونی قطعه، لایه‌ای وجود دارد که نه کشیده می‌شود و نه فشرده می‌شود، یعنی طول قطعه بدون تغییر باقی می‌ماند، این طول را لایهٔ خنثی می‌نامند.

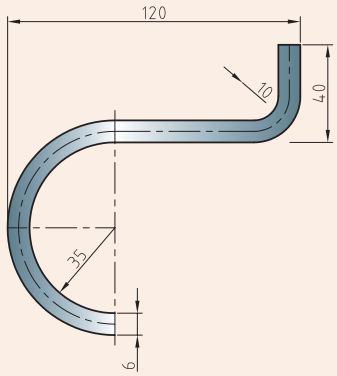
- برای محاسبهٔ طول لوله از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$L = \frac{\pi d \alpha}{۳۶۰}$$

که در آن:
d: قطر لوله،
α: زاویه‌ای که باید لوله خم شود،
و L: طول لولهٔ خم شده می‌باشد.

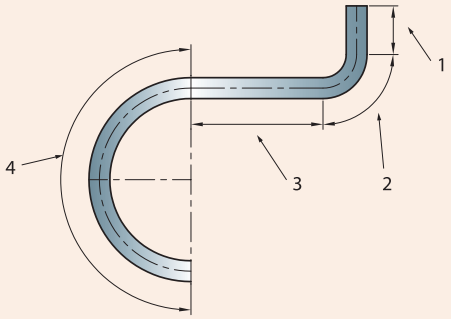
تمرین

طول لوله مورد نیاز برای ساختن شکل زیر را بدست آورید.




**شکل ۲ـ۱۸ـ نمونه خم شده**

برای محاسبه طول کلی لوله، ابتدا لوله را مانند شکل ۲-۱۹ به ۴ بخش تقسیم می‌کنیم، سپس هر طول هر بخش را جداگانه محاسبه کرده و در آخر همه را با هم جمع می‌کنیم.




**شکل ۲ـ۱۹ـ تقسیم بندی نمونه خم شده به ۴ قسمت**

● **محاسبه بخش اول:**

$$L_۱ = ۴۰ - S - R_{B۱}$$
$$= ۴۰ - ۶۰ - ۱۰ = ۲۴ mm$$

● **محاسبه بخش دوم:**

$$R_{N۱} = R_{B۱} + \frac{S}{۳}$$
$$= ۱۰ + \frac{۶}{۳} = ۱۲$$
$$L_۲ = \frac{۱۲ \times ۳/۱۴}{۲} = ۱۸/۸۴ mm$$

● **محاسبه بخش سوم:**

$$L_۳ = ۱۲۰ - S - R_{B۱} - S - R_{B۲}$$
$$= ۱۲۰ - ۶ - ۱۰ - ۶ - ۳۵ = ۶۳ mm$$
$$L_۳ = ۶۳ mm$$

● **محاسبه بخش چهارم:**

$$R_{N۲} = R_{B۲} + \frac{S}{۲}$$
$$= ۳۵ + \frac{۶}{۲} = ۳۸$$
$$L_۴ = ۳۸ \times ۳/۱۴ = ۱۱۹/۳۲ mm$$

● **محاسبه کل طول مورد نیاز:**

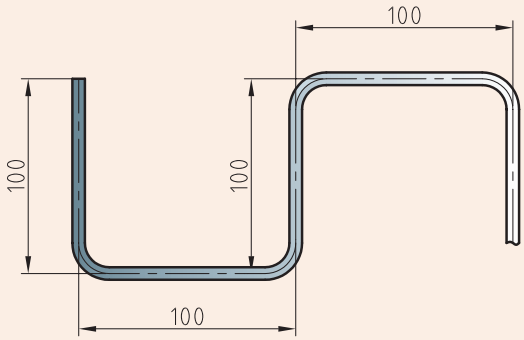
$$L_t = L_۱ + L_۲ + L_۳ + L_۴$$
$$L_t = ۲۴ + ۱۸/۸۴ + ۶۳ + ۱۱۹/۳۲ = ۲۲۵/۱۶ mm$$

هنرجویان عزیز دقت کنید که در محاسبه‌ی $L_۲ - L_۴$ از فرمول محیط دایره که $۲\pi R$ است به‌جای $\pi d$ در این مسأله استفاده شده است.

فعالیت کارگاهی

مقدار طول اولیه مورد نیاز برای ساخت مصنوع مقابل را محاسبه کنید؟ و نقشه مورد نظر را بر روی لوله پیاده کنید. قطر لوله $\frac{۱}{۴}$ اینچ و شعاع $\frac{۹}{۱۶}$ اینچ

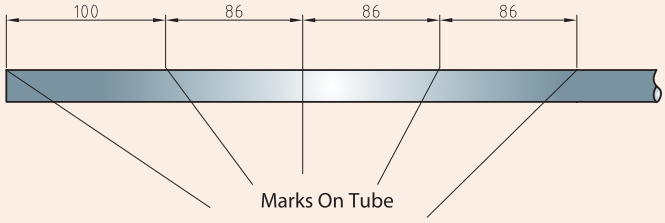
۱- ابتدا به نقشه مورد نظر نگاه کنید، سپس ابعاد و اندازه، نقاط خم و پارامترهای خم را مشخص کنید، و مقدار طول اولیه لوله را محاسبه کنید.




**شکل ۲ـ۲۰**

۲- لوله فولادی بر اساس طول اولیه محاسبه شده انتخاب کنید.

۳- نقاط خم را بر اساس نقشه، بر روی لوله مشخص کنید، همانطور که در شکل ۲-۲۱ نشان داده شده است.




**شکل ۲ـ۲۱ـ نشانه گذاری بر روی لوله**

## روش‌های خمکاری

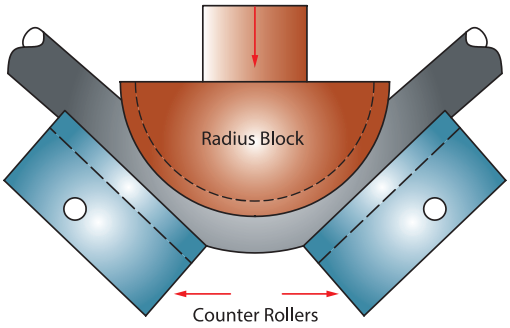
تکنیک های متفاوتی در خم کاری لوله وجود دارد که هر کدام از آنها بر اساس کاربرد خم و نوع مواد، مزیت و معایب متفاوتی دارند. معمول‌ترین و مهمترین تکنیک‌های خمکاری که از نیروی مکانیکی استفاده می‌کنند، عبارت‌اند از:

- خمکاری پرسی
- خمکاری فشاری
- خمکاری کششی
- خمکاری نوردی

### خمکاری پرسی (Pressing Bending)

در بسیاری از موارد که شعاع خمکاری و تغییر سطح مقطع لوله از اهمیت خاصی برخوردار نیست از این روش برای خمکاری لوله استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال می‌توان از بکارگیری این روش در سیستم لوله‌کشی شوفاژ منازل مسکونی و نیز برخی از مبلمان فلزی خانگی و اداری استفاده کرد. در این روش لوله بر روی دو غلتک (تکیه‌گاه)، و قالب در وسط این دو غلتک قرار می‌گیرد.

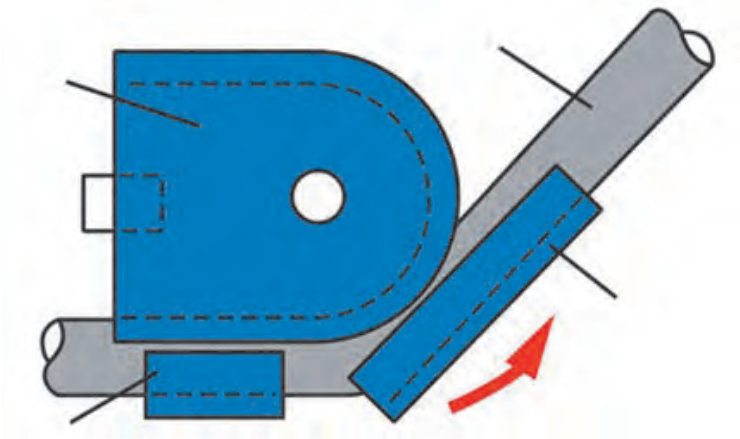
نیروی لازم توسط یک جک هیدرولیکی تأمین می‌شود. دستگاه‌های خمکاری پرسی بعضاً به شکلی طراحی شده‌اند، که قادر هستند خمکاری لوله را به‌صورت گروهی انجام دهند.




شکل ۲ـ۲۲ـ دستگاه خمکن پرسی

### خمکاری فشاری (Compression Bending)

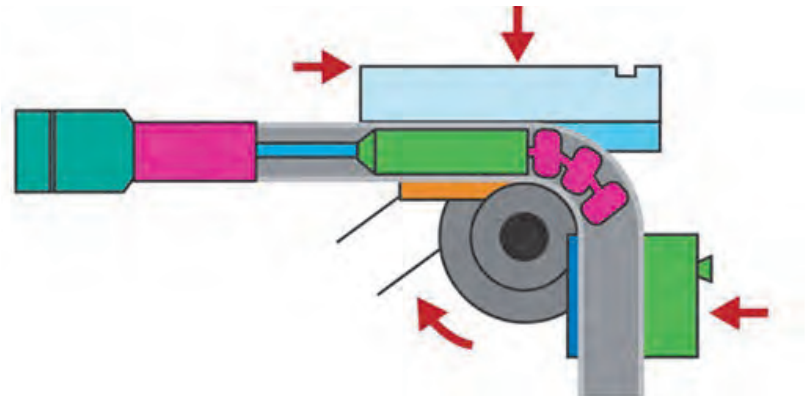
در خمکاری فشاری همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، قالب ثابت بوده و کفشک لغزان درحین دوران به دور قالب، لوله را به درون قالب می‌فشارد. در این روش گیره لوله را در محل خاتمه خم به قالب ثابت کرده و از حرکت لوله جلوگیری می‌کند. به‌عنوان مثال خمکن‌های دستی که برای خمکاری لوله‌های مسی با قطر (۱۶>D mm) استفاده می‌شود، جزء این روش خمکاری می‌باشد.



شکل ۲ـ۲۳ـ دستگاه خمکن فشاری

### خمکاری کششی چرخشی (Rotary Draw Bending)

درخمکاری کششی، قالب دوران می‌کند. در این روش، در ابتدا لوله در محل شروع خم توسط گیره به قالب فشرده و محکم گرفته می‌شود. سپس هر دو با هم شروع به دوران کرده و نتیجتاً لوله به درون قالب کشیده می‌شود. جهت جلوگیری از تغییر فرم سطح مقطع لوله و بیضی شدن آن قالب فشاری به لوله فشرده شده و در اثر اصطکاک، به همراه لوله به جلو کشیده می‌شود و همواره در نقطه شروع خم در مقابل قالب قرار می‌گیرد و مانع از تغییر شکل لوله و بیضی شدن آن در هنگام خمکاری می‌گردد. به همین دلیل طول آن بایستی حداقل برابر طول خم باشد.



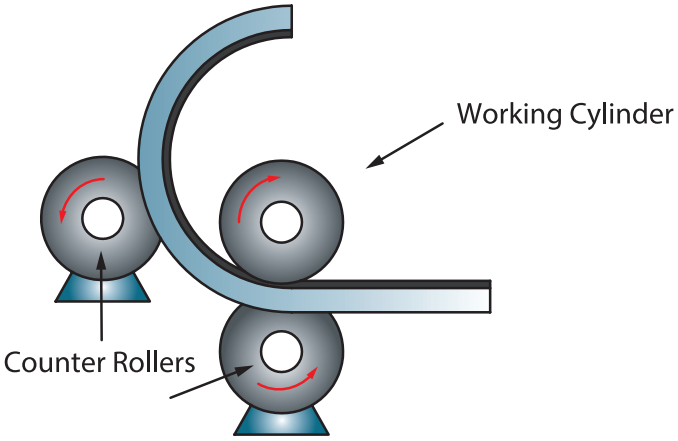
**شکل ۲ـ۲۴ـ خمکاری کششی چرخشی**

در این روش برای خمکاری لوله‌های با ضخامت کم از مندریل که در درون لوله قرار می‌گیرد، می‌توان استفاده کرد. مندریل موجب کنترل ابعاد هندسی و مانع از بیضی شدن لوله می‌شود. به‌عبارت دیگر با استفاده از مندریل و قالب از تغییر شکل لوله به‌ترتیب از طرف داخل و بیرون درحین عملیات خمکاری جلوگیری می‌کند. روش خمکاری کششی نسبت به خمکاری پرسی، خمکاری فشاری و خمکاری نوردی، جهت ارائه یک خم با کیفیت، بسیار مناسب‌تر می‌باشد و از این رو در بسیاری از کارخانجات تجهیزات‌سازی از آن استفاده می‌شود.

### خمکاری سه غلتکی( 3 Roll Bending)

این روش برای خمکاری لوله و سایر مقاطع با شعاع خم های بزرگ به‌کار گرفته می‌شود. در این روش لوله و یا پروفیل از میان سه غلتک عبور داده می‌شود. با توجه به اینکه از نظر هندسی از سه نقطه فقط یک دایره عبور می‌کند، لوله در حین عبور لوله از میان سه غلتک دایره شکل با قطر مشخص را به خود می‌گیرد. همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است، از سه غلتکی که در بالا به آن اشاره شده، دو غلتکی که در طرفین قرار گرفته‌اند بدون تغییر مکان جانبی و ثابت بوده و صرفاً حرکت دورانی دارند.

نیروی محرک برای به‌حرکت در آوردن لوله توسط غلتک میانی که غلتک محرک نامیده می‌شود، به لوله یا پروفیل اعمال می‌گردد. همچنین این غلتک با داشتن یک درجه آزادی و امکان حرکت در امتداد عمود بر لوله، نورد لوله و یا پروفیل با شعاع‌های مختلف را ممکن می‌سازد.




شکل ۲ـ۲۵ـ خمکاری سه غلتکی

تحقیق

چرا روش خمکاری سه غلتکی برای لوله‌های با ضخامت کم، مناسب نمی‌باشد.

فعالیت

با استفاده از اینترنت و جستجو در سایت گوگل، فهرستی از شرکت هایی که در آن ها از این فرایند برای تولید محصول نهایی استفاده می‌شود را پیدا کرده و اطلاعات خواسته شده در جدول زیر را مطابق با آنها پر کنید:

جدول ۲-۱- شرکت‌های تولید محصول به روش خمکاری با قالب

| ردیف | نام شرکت | محصول نهایی | کاربرد محصول در صنعت |
|---|---|---|---|
| ۱ | | | |
| ۲ | | | |
| ۳ | | | |
| ۴ | | | |

## انواع دستگاه خمکن لوله

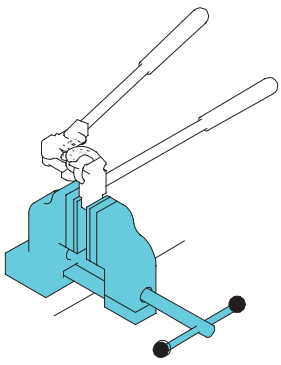
در قسمت قبل با تکنیک‌های خمکاری آشنا شده‌اید، در این قسمت انواع خمکن لوله معرفی می‌شود. آیا تفاوت بین تکنیک‌های خمکاری و دستگاه‌های خمکن وجود دارد؟

به طور کلی دستگاه‌های خمکن به صورت زیر دسته بندی می‌شوند:

| جدول ۲-۲- دسته‌بندی خمکن‌ها | | | |
|---|---|---|---|
| نوع اعمال نیرو | نوع خمکن | تکنیک | تصویر |
| دستی | دستی مدرج | خمکاری پرسی<br>خمکاری فشاری<br>خمکاری کششی<br>خمکاری نوردی |  |
| | هیدرولیکی | |  |
| ماشینی | CNC[1] | خمکاری پرسی<br>خمکاری فشاری<br>خمکاری کششی<br>خمکاری نوردی |  |
| | نیمه اتوماتیک | | |

### خمکن دستی مدرج

خمکن دستی مدرج، برای لوله با قطر پایین به‌کار می رود، و می‌توان با نیروی دست، خمکاری کرد. یکی از ویژگی‌های این فرایند قابلیت اتصال به گیره می‌باشد. این ویژگی در هنگام خمکاری لوله با ضخامت بزرگتر و طول زیاد بسیار مفید است، به‌طوری که از تاب برداشتن لوله با طول زیاد جلوگیری می کند. از دیگر ویژگی‌های این خمکن، خمکاری به‌صورت افست می‌باشد.



**شکل ۲ـ۲۶ـ خمکن مدرج نصب شده به گیره**

1. Computer Numerical Control

## خمکن هیدرولیکی

در مقیاس تولید کارگاهی، خمکن هیدرولیکی جزء پرکاربردترین خمکن ها می‌باشد. در این دستگاه با استفاده از فشار روغن داخل سیلندر پیستون رو به جلو حرکت می‌کند و این حرکت باعث اعمال نیرو به سمبه دستگاه می‌شود. همچنین لوله که در نگهدارنده (ماتریس) ثابت شده است تغییر شکل یافته و خم می‌شود.
میزان نیروی اعمالی به سمبه و خم شدن مقدار خمیدگی لوله بستگی به میزان حرکت پیستون هیدرولیکی دارد. به طور کلی روش کار با خمکن هیدرولیکی نسبت به سایر روشهای خمکاری لوله نسبتاً ساده می‌باشد.

**نکته**

در حین استفاده از این روش بهتر است که سیلندر هیدرولیکی تا حد ممکن به ماتریس نزدیک باشد، در این صورت بیشترین خم با کمترین انحراف ایجاد می‌شود.



**شکل ۲-۲۷: خمکن هیدرولیکی**

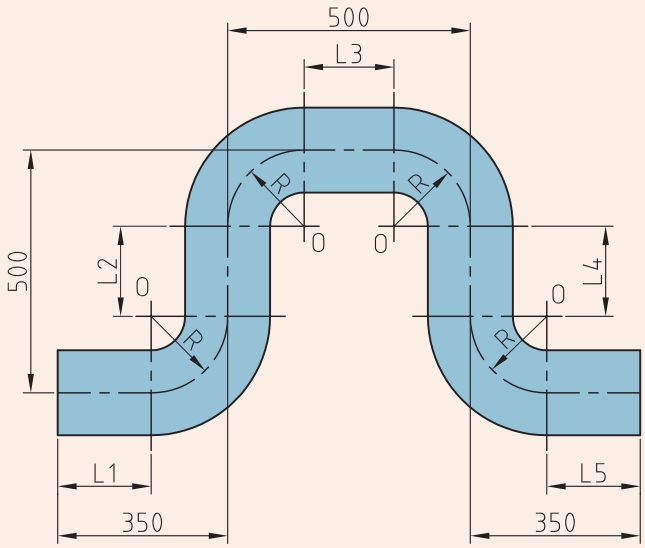
## روش کار با خمکن هیدرولیکی

پمپ هیدرولیک شامل پیستون، دسته پیستون و روغن می‌باشد، با استفاده از حرکت دادن پیوسته اهرمی که به پمپ هیدرولیک متصل است، به بالا و پایین، فشار روغن وارد سیلندر هیدرولیک می‌شود. در انتقال دسته پیستون سمبه قرار دارد. فشار روغن باعث حرکت روبه جلوی دسته پیستون و سمبه می‌شود، در نتیجه لوله‌ای که بین سمبه و ماتریس قرار گرفته‌اند خم می‌شود. با تعویض قالب و ماتریس در دستگاه خمکن هیدرولیک می‌توانیم شکل‌های خم مختلف مانند V یا L ایجاد کنیم در نتیجه شکل نهایی خم بستگی به شکل و نوع قالب دارد.

فعالیت کارگاهی

## خمکاری لوله فولادی با خمکن هیدرولیکی

می‌خواهیم یک لولهٔ فولادی سیاه ۰/۵ اینچی را به طول ۲۲۰ میلی‌متر و شعاع ۷ میلی‌متر مطابق شکل زیر خمکاری نماییم:




**شکل ۲ـ۲۸ـ نقشه لوله خم شده**

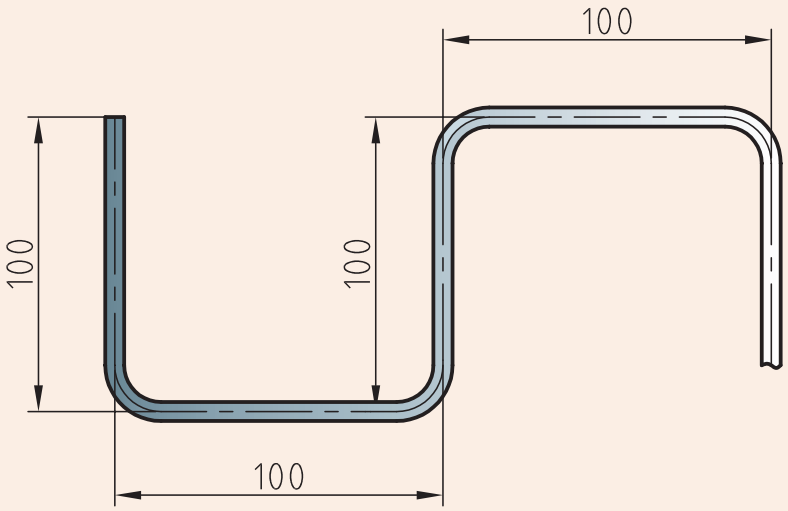
مطابق مراحل زیر اقدام نمایید:

- محاسبه طول واقعی لوله
- یک شاخه لوله فولادی را به گیره بسته و پس از علامت گذاری اندازهٔ طول واقعی لوله (۲۰۸ cm)، لوله را به وسیله لوله بر ببرید.

**نکته:** در خمکاری لوله می‌توان از ابزارهای کمکی مانند ماسه و فنر استفاده کرد، این ابزارها از دیواره خمیده شده لوله محافظت می‌کنند.

فعالیت کارگاهی

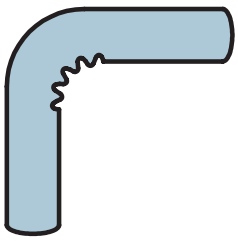
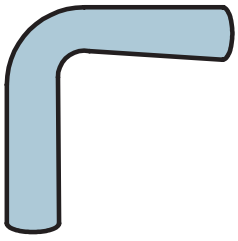
به کمک خمکن‌های هیدرولیکی و مدرج لوله با قطر لوله $\frac{۱}{۴}$ اینچ و شعاع $\frac{۹}{۱۶}$ اینچ را خم کنید. توجه داشته باشید که در فعالیت کارگاهی قبلی مقدار طول اولیه لوله محاسبه شده است.

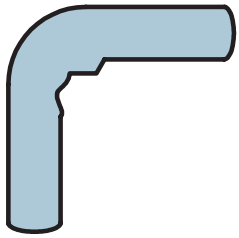
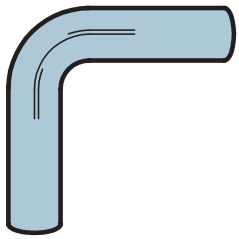
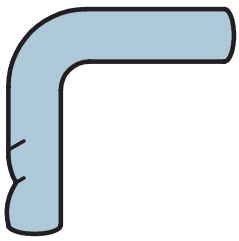


### تأثیرات فرایند خمکاری بر لوله

جدول زیر تاثیر فرایند خمکاری را بر روی خواص مواد نشان می‌دهد:

| تأثیرات فرایند خمکاری بر لوله | چین و چروک در قسمت داخلی خم |
|---|---|
| | کشیده شدن و نازک شدن جداره بیرونی لوله خم شده |
| | شکل‌پذیری ماده کاهش می‌یابد |
| | تغییر شکل سرد که سبب کاهش ۱۰ درصد تنش تسلیم و استحکام کششی می‌شود |
| | لوله‌های خمکاری شده مستعد اعوجاج در مقطع خم شده هستند |

| مشکلاتی که ممکن است حین خمکاری لوله رخ دهد | | | |
|---|---|---|---|
| روش برطرف کردن | دلیل به وجود آمدن | نام عیب | شکل عیب |
| افزایش شعاع | شعاع نامناسب | چروکیدگی جدار داخلی |  |
| افزایش ضخامت لوله | کم بودن ضخامت لوله | Wrinkled bend | |
| استفاده از سایز مناسب قالب‌های دستگاه | سایز لوله برای دستگاه زیاد است | پهن شدن خم |  |
| افزایش ضخامت لوله | لوله در طول خم دچار لهیدگی شده | Flattened bend | |
| استفاده از خمکن دارای غلتک به جای قالب | فشار زیاد قالب در طول عملیات خمکاری | | |

| مشکلاتی که ممکن است حین خمکاری لوله رخ دهد | | | |
|---|---|---|---|
| روش برطرف کردن | دلیل به وجود آمدن | نام عیب | شکل عیب |
| استفاده از سایز مناسب قالب‌های دستگاه | سایز لوله برای دستگاه زیاد است | پیچیدن خم |  |
| قرار دادن مناسب لوله در دستگاه | بخش عمودی لوله به شکل صحیح در قالب قرار نگرفته | Kinked bend | |
| استفاده از قالب یا غلتک مناسب با سایز لوله | قالب مورد استفاده برای لوله بزرگ است | جا انداختن روی لوله |  |
| تعمیر یا تعویض قالب یا غلتک | قالب یا غلتک دستگاه فرسوده یا خراب است | | |
| تمیز کردن قالی یا غلتک | جسم خارجی یا کثیفی روی قالب یا غلتک وجود دارد | Scored tubing | |
| تعمیر یا تعویض غلتک | غلتک یخ زده است | | |
| هم‌ترازی مناسب قالب با سایر بخش‌های دستگاه خم | تنظیمات نامناسب دستگاه | تغیر شکل بیش از اندازه لوله |  |
| کاهش فشار نگهدارنده یا گیره | فشار بیش از حد در نگهداشتن لوله (معمولاً در لوله‌های نازک) | Excessive tubing deformation | |

## ارزشیابی پایانی

**شرح کار:**
**۱. خمکاری لوله دستی**
**۲. خمکاری لوله ماشینی**

**استاندارد عملکرد:**
**خمکاری لوله‌های فلزی، ابزار دستی و ماشینی با توجه به نقشه و رعایت الزامات فنی**

**شاخص‌ها:**
**۱. انتخاب روش خمکاری با توجه به قطر لوله و دستورالعمل**
**۲. خمکاری لوله بر اساس دستور العمل**
**۳. کنترل ابعاد و زوایا برابر نقشه**

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه مجهز به تهویه و تجهیزات ایمنی و سرمایش و گرمایش مناسب که در آن انواع دستگاه‌های خمکن لوله دستی و ماشینی وجود داشته باشد.**

**شرایط: زمان ۲ ساعت**

**ابزار و تجهیزات: دستگاه خمکن ماشینی، دستگاه خمکن هیدرولیک دستی- مواد کمکی خمکاری- لوله‌های فولادی**

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | آماده سازی | ۱ | |
| ۲ | خمکاری | ۲ | |
| ۳ | کنترل نهایی | ۱ | |
| ۴ | | | |
| ۵ | | | |
| | **شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:**<br>استفاده از لوازم ایمنی کار فردی-رعایت ایمنی در هنگام کار با دستگاه‌های خمکن - توجه به نکات زیست محیطی | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است .

# پودمان ۳

# خمکاری پروفیل



**از دیرباز در طراحی و معماری آثار بشری استفاده از خم و انحنا در زیبا کردن ظاهر اثر، نقش چشمگیری داشته است. پروفیل پر کاربردترین ماده اولیه ساخت بسیاری از مصنوعات فلزی است. استفاده از روش‌های خمکاری، علاوه بر افزایش قابلیت ساخت محصولات با شکل‌های گوناگون سبب زیبا و دوست داشتنی‌تر شدن مصنوعات فلزی می‌شود.**

# واحد یادگیری ۳

## شایستگی خمکاری پروفیل

پروفیل‌ها به عنوان یکی از پر کاربردترین مواد اولیه ساخت مصنوعات فلزی به شمار می‌روند. همانطور که در پودمان اول آموخته اید، دسته بندی های متفاوتی از آن ها وجود دارد که هر یک بنابر شکل و جنس کاربرد متفاوتی دارند. در این واحد یادگیری ابتدا نحوه خواندن اطلاعات خم از روی نقشه در ابتدا بررسی می‌شود، سپس روش محاسبه طول اولیه پروفیل مورد نیاز برای ساخت مصنوع بر اساس نقشه ارائه خواهد شد. در نهایت روش های خمکاری پروفیل بیان می‌شود و تمرین های عملی طراحی شده تا هنرجویان به شایستگی برسند.

## استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی خمکاری پروفیل هنرجویان قادر به استخراج اطلاعات مورد نیاز برای خم از نقشه، انتخاب خمکن مناسب بر اساس نوع مصنوع و خمکاری انواع پروفیل خواهند بود.

## چگونه پروفیل‌ها را می‌توان خم کرد؟

به شکل ۳-۱ نگاه کنید به نظر شما این مصنوع از چه نوع پروفیلی ساخته شده است؟ و چگونه می‌توان اطلاعات مورد نیاز برای ساخت آن را بدست آورد؟



شکل ۳-۱- آلاچیق

به شکل‌های زیر نگاه کنید. به نظر شما کدام تصویر زیباتر می‌باشد. علت زیبایی را در چه می‌دانید؟





شکل ۳-۲- دو مدل نیمکت

## خمکاری پروفیل

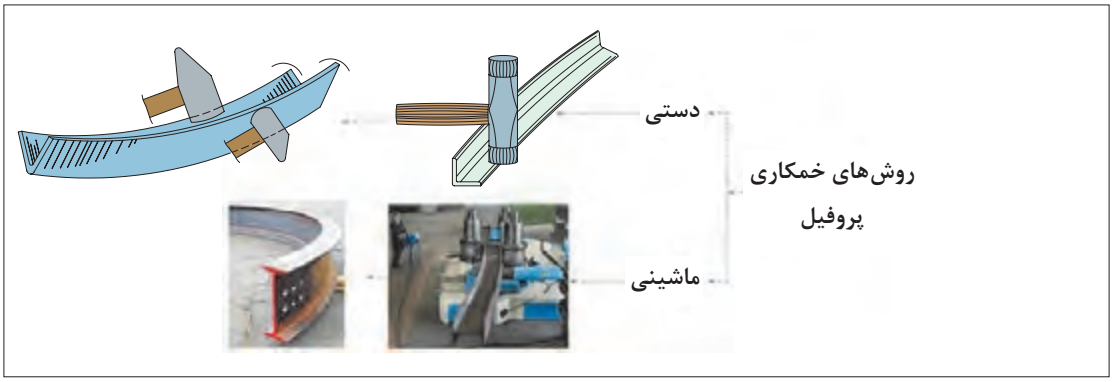
برای تولید مصنوعات ساخته شده از پروفیل عملیات‌های گوناگونی مانند برشکاری، خمکاری، مونتاژ و جوشکاری استفاده می‌شود.

استفاده از خمکاری علاوه بر شکل‌دهی، در بسیاری از مواقع برای زیباترشدن مصنوع تولید شده استفاده می‌شود.

خمکاری پروفیل‌ها به روش‌های گوناگونی انجام می‌شود.

## روش‌های خمکاری پروفیل

پروفیل‌ها به دو روش دستی و ماشینی خم می‌شوند (شکل ۳-۳).



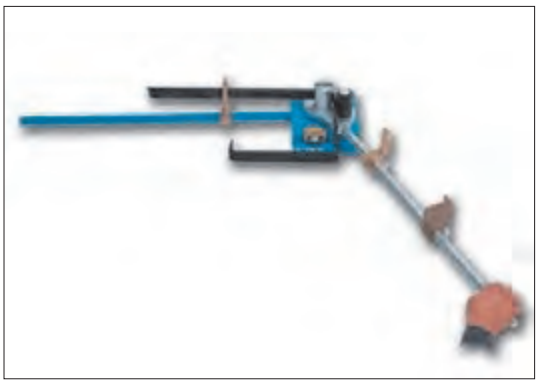

شکل ۳-۳- دسته بندی خمکاری پروفیل‌ها

### خمکاری دستی

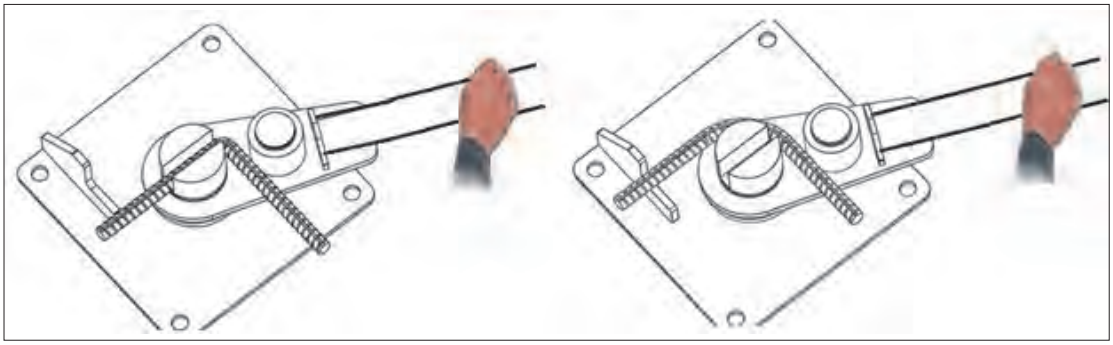
در این روش، خمکاری با استفاده از قالب‌های خم و یا ابزار کمکی همراه با اعمال نیروی مکانیکی انجام می‌شود.



شکل ۳-۴- خمکاری دستی به کمک قالب و چکش

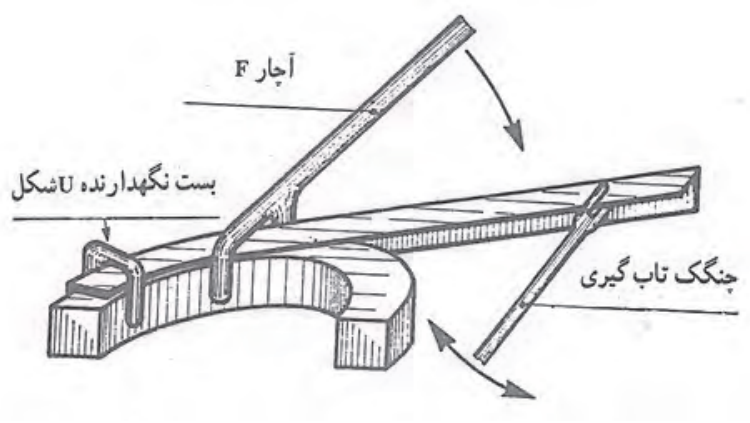


شکل ۳-۵- خمکاری دستی تسمه با ابزار کمکی



شکل ۳-۶- خمکاری دستی میله‌گرد با ابزار کمکی

خمکاری دستی نبشی توسط آچار F را در شکل (۳-۷) مشاهده می‌نمایید. به کمک این ابزار تا حدی از پیچیدگی نبشی جلوگیری می‌شود.




**شکل ۳-۷- ابزار کمکی آچار F برای خمکاری دستی**

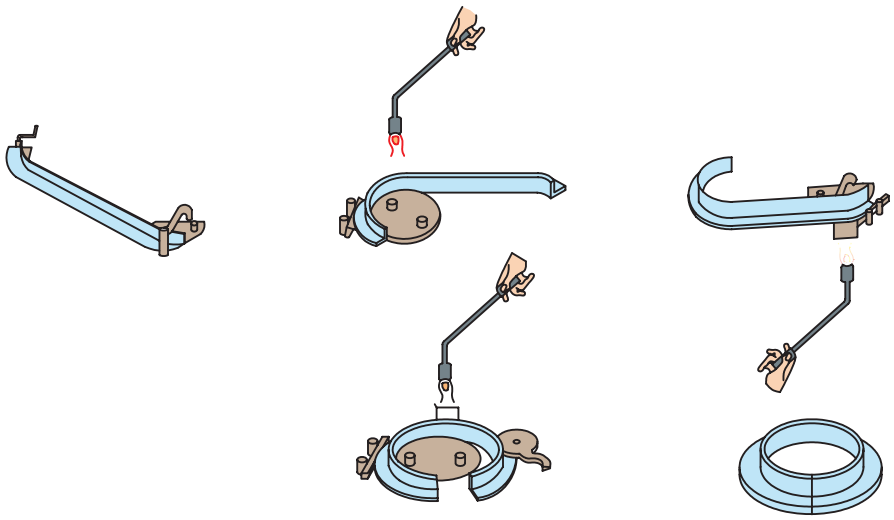
### استفاده از حرارت

در خمکاری دستی مواقعی که ضخامت قطعه زیاد می‌باشد می‌توان از گرما استفاده نمود. پروفیل‌ها را با قرار دادن داخل کوره یا گرمای مستقیم شعله می‌توان گرما داد. شکل( ۳-۸)، خمکاری کردن نبشی به کمک گرما را نشان می‌دهد.

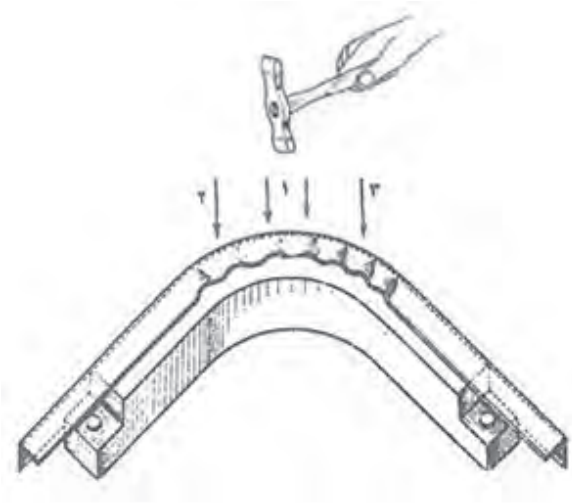
همان‌طور که در شکل صفحه بعد ملاحظه می‌کنید خمکاری نبشی با این روش به تدریج و در چند مرحله صورت می‌گیرد. ابتدا لبه پروفیل را بین قالب و نگهدارنده میله‌ای ثابت کرده، سپس به صورت متوالی قسمت‌های مشخصی از پروفیل را گرما داده و خم می‌کنند. شکل در سه مرحله کامل می‌شود در مرحله اول تغییر شکل ابتدایی جسم و در مرحله دوم بخش انتهایی کامل شده و سرانجام با گرما دادن فاصله بین دو قسمت، خمکاری تکمیل می‌گردد.

**نکته**

در بعضی موارد هنگام خمکاری با شعاع کم طرف داخلی منحنی احتمال چین خوردگی وجود دارد، با بهره‌گیری از گرما مشعل جوشکاری و ضربات ملایم چکش می‌توان چین خوردگی را برطرف کرد.



شکل۳-۸- گردکاری پروفیل نبشی با استفاده از قالب در حالت گرم به طرف خارج.



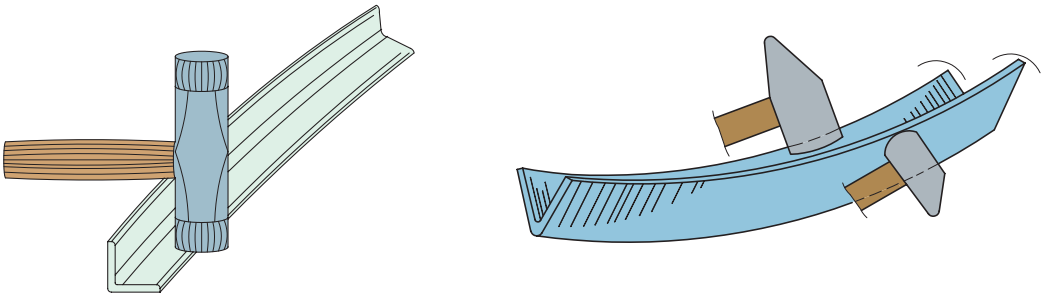
شکل۳-۹- برطرف کردن چین و چروک به کمک گرما و ضربات چکش

### تابگیری پروفیل‌ها

پروفیل‌ها را معمولاً به وسیله عملیات چکش‌کاری و یا به طور مکانیکی به کمک دستگاه‌های پرس هیدرولیکی مخصوص، تابگیری می‌کنند.

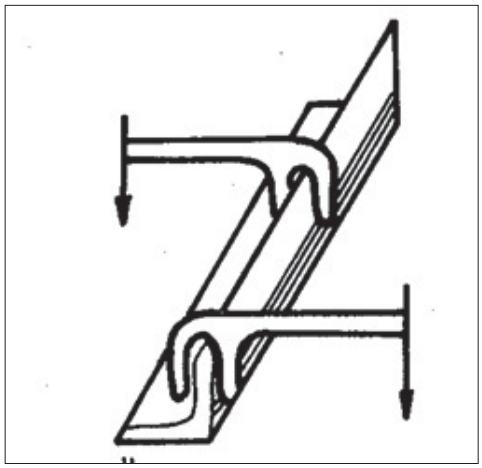
### تابگیری با چکش

معمولاً پروفیل‌ها را با استفاده از سندان‌های صاف یا محدب، با وارد آوردن ضربات چکش در محل‌های پیچیده صافکاری و تاب‌گیری می‌کنند.



**شکل ۳-۱۰- تابگیری با چکش**

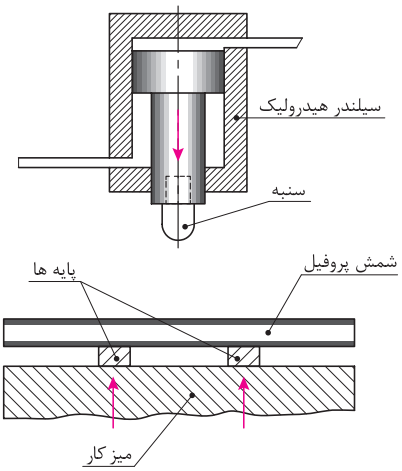
در شیوه‌ای دیگر، با قرار دادن پروفیل و ثابت کردن آن به‌کمک یک یا دو آچار F، مطابق شکل ۳-۱۱، می‌توان پیچیدگی آنها را برطرف کرد.



**شکل ۳-۱۱- تابگیری با آچار F**

### تابگیری ماشینی

در این شیوه، پروفیل را روی پایه‌های مستقر بر روی میز دستگاه، قرار می‌دهند. سپس محل‌هایی که تابیدگی دارند به‌وسیله سنبه دستگاه تحت فشار قرار می‌دهند. این فشار سنبه به آرامی تابیدگی پروفیل را برطرف می‌کنند. این نوع تابگیری بیشتر برای پروفیل‌های سنگین کاربرد دارد.

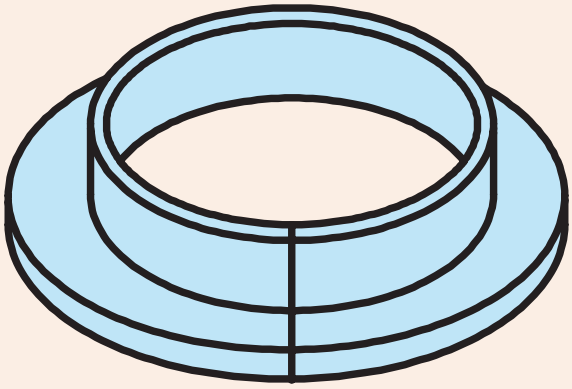



**شکل۳-۱۲- تابگیری توسط دستگاه پرس هیدرولیکی**

فعالیت کارگاهی

### تابگیری

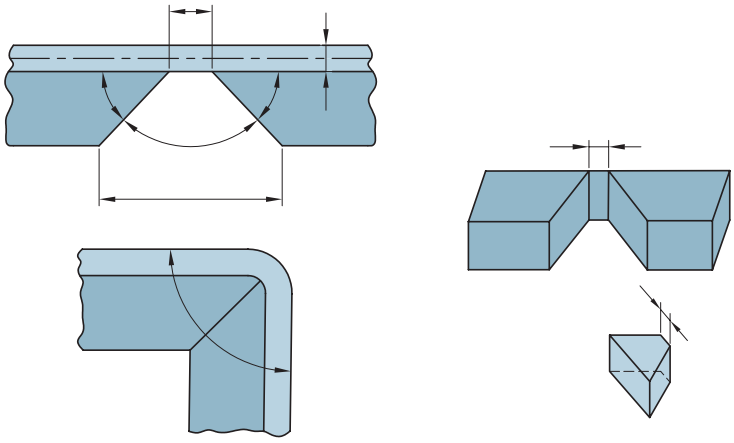
فلنجی که توسط خمکاری دستی ساخته‌اید را روی صفحه صافی قرار داده و محل تاب و پیچیدگی را مشخص کنید. و به کمک چکش و آچارF، پیچیدگی آن را برطرف کنید.



**شکل ۳-۱۳**

### تکنیک فاق‌بری

برخی مواقع در خمکاری پروفیل ها در شعاع کم، دچار چین خوردگی می‌شوند. برای جلوگیری از این مشکل می‌توان از تکنیک فاق‌بری جهت خمکاری استفاده کرد. شکل (۳-۱۴) خمکاری قوطی به کمک فاق بری را نشان می‌دهد.



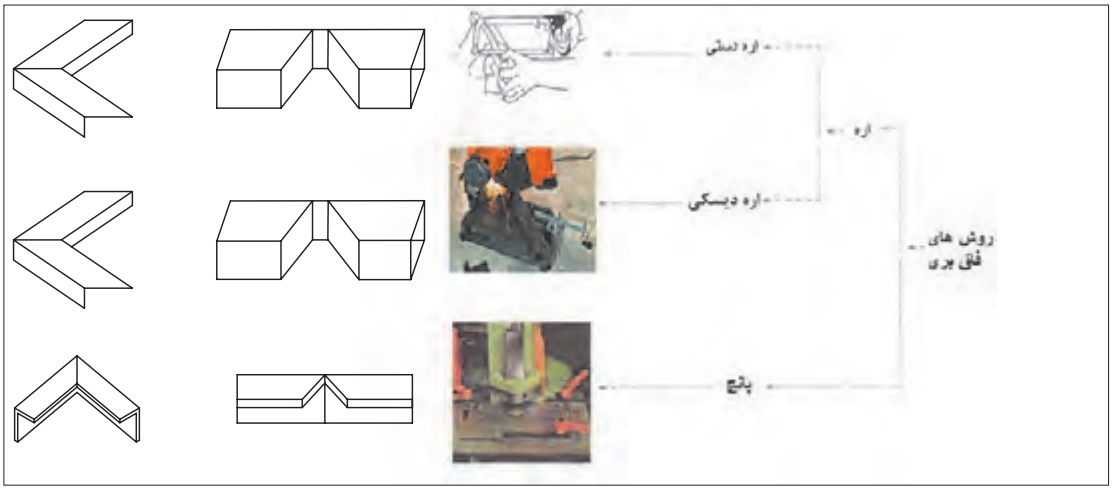
**شکل۳-۱۴- خمکاری قوطی با زاویه خم ۵۰ و ۱۵۰ درجه به روش فاق بری**

**نکته**

زاویه فاق (α) برای برش از رابطه α=۱۸۰-β بدست می‌آید که β در آن زاویه خم می‌باشد.

## روش‌های فاق‌بری

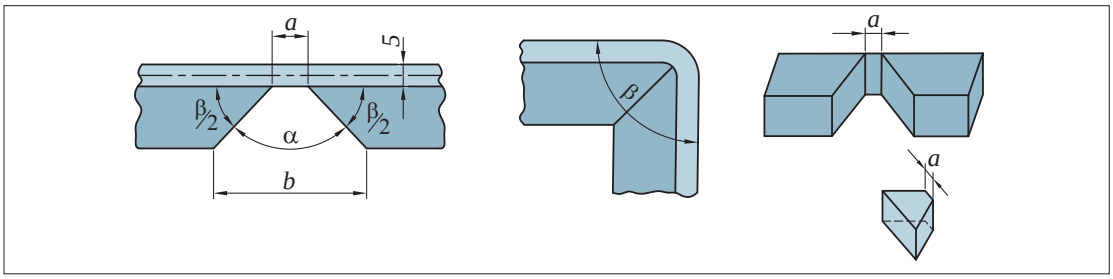
برای بریدن زاویه فاق از ابزار مختلفی می‌توان استفاده کرد(شکل۳-۱۵).




**شکل ۳-۱۵- ابزارهای برش در روش فاق‌بری**

**نکته**

در فاق‌بری قطعات ضخیم، ضخامت قطعه را باید در قسمت انتهایی برش در نظر گرفت و آن را به صورت یک ذوزنقه برید نه به صورت مثلث، تا امکان خمکاری صحیح وجود داشته باشد. مانند قسمت a در شکل(۳-۱۵).




**شکل ۳-۱۶- نمونه‌ای از فاق بری در خمکاری پروفیل ومشخصات آن**

مقدارa با ضخامت قطعه نسبت مستقیم دارد، هرچه ضخامت بیشتر شود مقدار تختی ته فاق نیز افزایش می‌یابد و با زاویه محل خم نسبت معکوس دارد یعنی با افزایش زاویه مقدار تختی ته فاق کاهش می‌یابد. مقدارفاصله بین دو ضلع زاویه فاق را از رابطه $a = E\alpha\pi/360$ تعیین می‌کنند که در آن E ضخامت پروفیل می‌باشد.

**نکته**

هنگام بریدن دقت شود که مقدار a کاملاً نصف شده و به‌صورت متقارن بریده شود در غیر این صورت خمکاری دقیق انجام نخواهد شد.

## خمکاری ماشینی

خمکاری پروفیل‌های سنگین به روش دستی امکان‌پذیر نمی‌باشد. در این موارد از روش خمکاری مکانیکی استفاده می‌کنند.

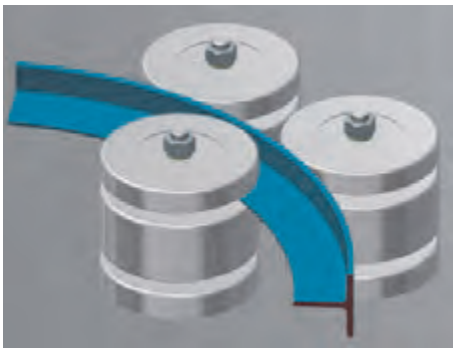
استفاده از روش خمکاری سه غلتکی یکی از متداول‌ترین روش‌ها در خمکاری ماشینی پروفیل‌ها می‌باشد.

## خمکاری سه غلتکی

در این دستگاه معمولاً از ۳ غلتک استفاده می‌شود که نیروی مورد نیاز برای خمکاری را روی پروفیل اعمال می‌کند. غلتک‌های شکل‌دهنده به‌صورت عمودی یا افقی روی دستگاه نصب می‌گردند. شکل (۳-۱۷)و (۳-۱۸). معمولاً غلتک‌های ۱و۲ ثابت و غلتک شماره ۳ متحرک می‌باشد و فاصله آن تا غلتک‌های دیگر قابل تنظیم می‌باشد. فاصله غلتک‌ها متناسب با زاویه و شعاع خم تعیین و تنظیم می‌شود.

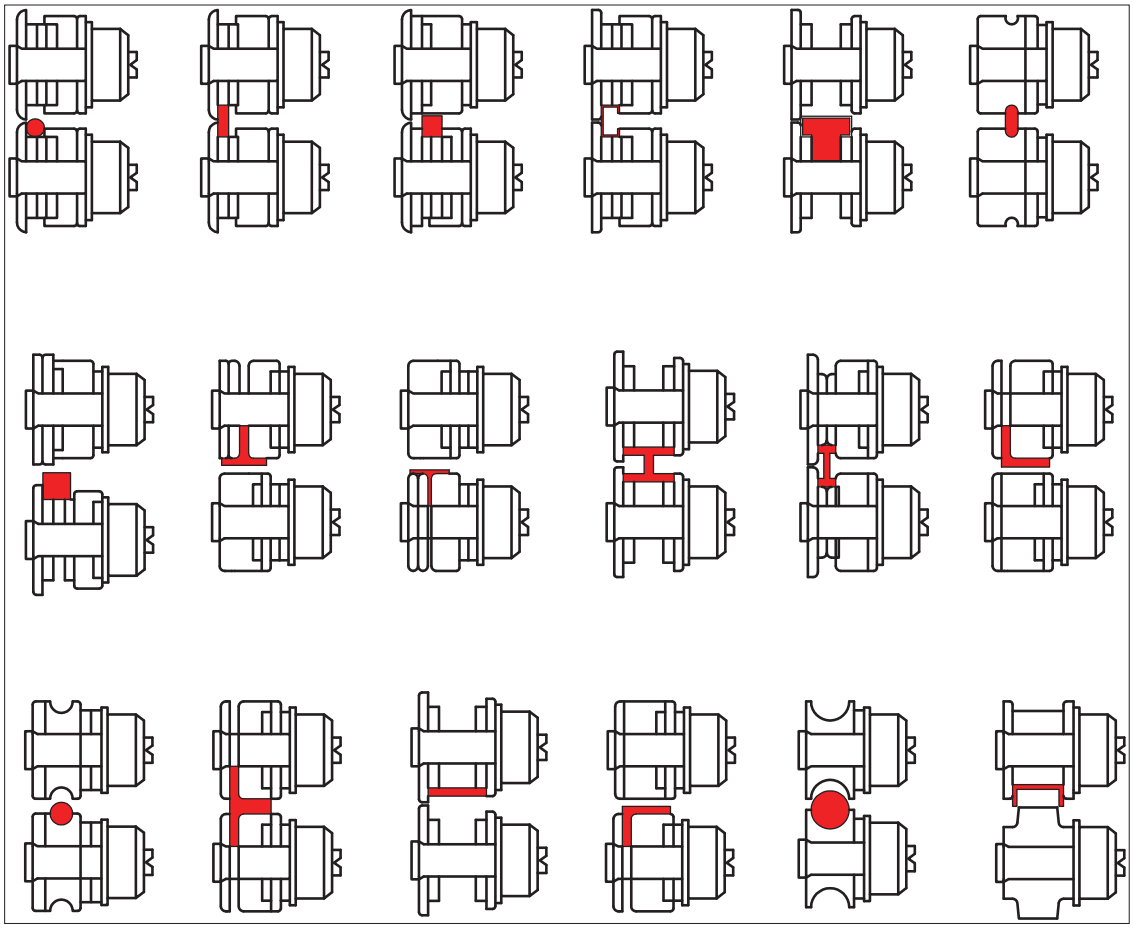



**شکل ۳-۱۷- دستگاه خم کن سه غلتکی افقی**

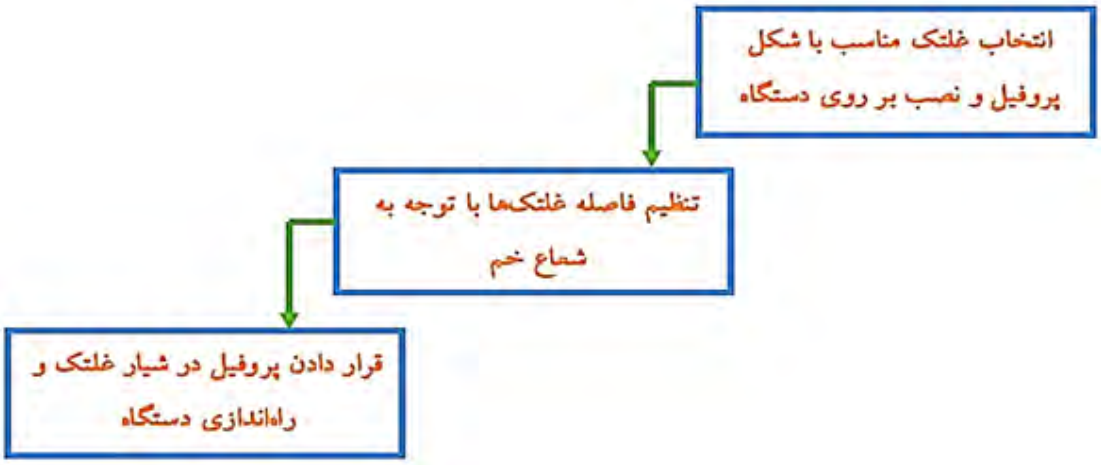
**شکل ۳-۱۸- دستگاه خم کن سه غلتکی عمودی**

با تعویض غلتک‌های دستگاه، می‌توان انواع پروفیل‌ها را خم کرد. شکل(۳-۱۹) تعدادی از این غلتک‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳- ۱۹- نمونه‌ای از غلتک دستگاه پروفیل خم‌کن

**شیوه کار:** برای کار با این دستگاه باید به ترتیب زیر عمل کرد:



نکته

باید توجه داشت دستگاه‌های خمکاری سه غلتکی دارای محدودیت حداقل شعاع خمکاری می‌باشند. براین‌اساس در انتخاب دستگاه به شعاع و زاویه خم محصول توجه شود.

### مشخصه‌های خم

برای خمکاری پروفیل‌ها به اطلاعاتی شامل نوع و ابعاد پروفیل، شکل مصنوع و پارامترهای خم نیاز داریم. جدول ۱ پارامترهای مهم خمکاری پروفیل را نشان می‌دهد.

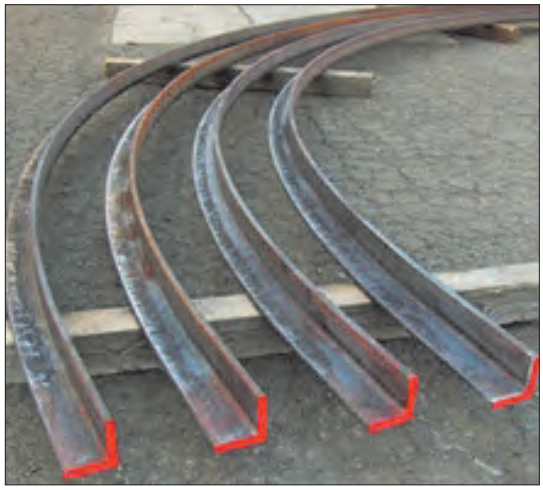
جدول ۳-۱- مشخصه‌های خم

| پارامتر خمکاری | کاربرد | تصویر |
|---|---|---|
| شعاع R | مقدار خمیدگی و انحنای ناحیه خم را نشان می‌دهد. | |
| زاویه θ | مقدار تغییر شکل موردنیاز در پروفیل را نشان می‌دهد. | |
| مرکز ثقل G | محاسبه طول اولیه | |
| طول اولیه Lo | طول پروفیل مورد نیاز برای خم کردن را نشان می‌دهد. | |

نکته

شعاع خم در خمکاری پروفیل بر اساس طرح و شکل نهایی مصنوع انتخاب می‌شود. شکل زیر نمونه‌هایی از پروفیل خم شده با شعاع‌های خم متفاوت را نشان می‌دهد.





شکل ۳-۲۰- پروفیل با شعاع خم متفاوت

همان‌طور که قبلاً آموخته‌اید، برای خمکاری ورق و تولید یک مصنوع فلزی، ابتدا مقدار طول اولیه ورق را تعیین، و سپس براساس پارامترهای خم به‌صورت دستی و ماشینی عمل خمکاری انجام می‌شد. اما در پروفیل‌ها چگونه می‌توان این مقدار را محاسبه کرد؟

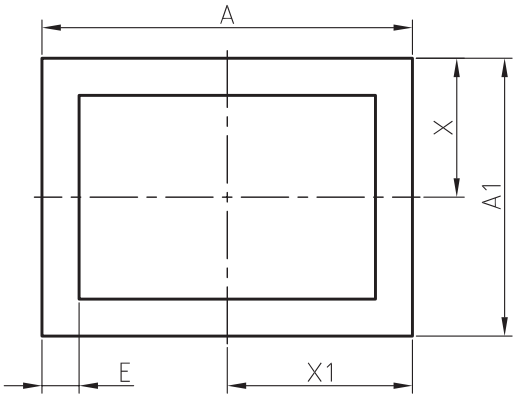
## محاسبه طول اولیه خم در پروفیل

شیوه محاسبه طول اولیه خم، برای پروفیل‌ها مشابه محاسبه آن در ورق می‌باشد. با این تفاوت که در پروفیل‌ها (قوطی، نبشی، سپری، ناودانی و تیرآهن) به جای محاسبه فاصله تا تار خنثی، می‌بایست در محاسبات فاصله تا مرکز ثقل در نظر گرفته شود.

### تعیین مرکز ثقل قوطی

برای بدست آوردن مرکز ثقل قوطی، ابتدا مقدار $X_1$ و $X$ که فاصله پشت قوطی تا مرکز ثقل آن است، از رابطه $x_1 = \frac{A_1}{2}$ ، $x = \frac{A}{2}$ به‌دست می‌آوریم و سپس با داشتن مقدار $X_1$ و $X$ محل مرکز ثقل قوطی مشخص می‌شود.

ضخامت قوطی =E
مرکز ثقل=G
فاصله لبه قوطی تا مرکز ثقل=X
عرض قوطی=A و $A_1$



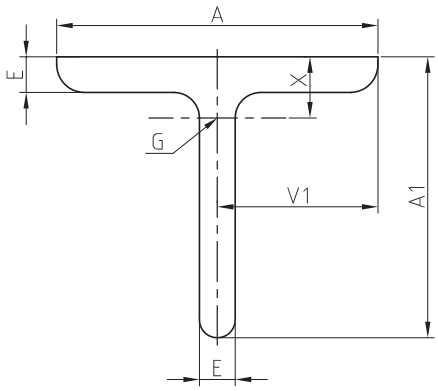

**شکل ۳-۲۱- قوطی**

**نکته**

مقدار $X$ و $X_1$ در قوطی با سطح مقطع مربع شکل به دلیل هم اندازه بودن $A$ و $A_1$، با هم برابر است.

### تعیین مرکز ثقل سپری

برای به دست آوردن مرکز ثقل، ابتدا لازم است اندازه مقدار فاصله X و $X_1$ را با استفاده از روابط زیر تعیین کرده سپس مرکز ثقل سپری را مشخص کنیم.




شکل ۳-۲۲- سپری

$$x_1 = \frac{A}{2}$$

$$x=(A_1^2+EA-E^2)/(2(A+A_1-E)$$

ضخامت سپری =E

مرکز ثقل=G

فاصله لبه سپری تا مرکز ثقل=$X_1$

فاصله لبه عرض سپری تا مرکز ثقل=X

عرض سپری= A

ارتفاع سپری= $A_1$

**مثال.** مرکز ثقل سپری به ابعاد ۳۰×۳۵×۴ را تعیین کنید؟

$x=(A_1^2+EA-E^2)/(2(A+A_1-E)$

$x=(35^2+4\times30-4^2)/(2(30+35-4)$

$x=(1225+120-16)/122$

$x=10/89$

$x_1=A/2$

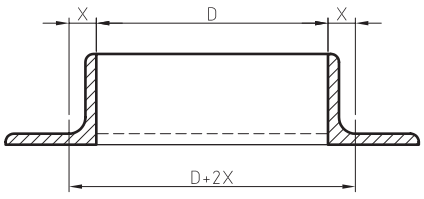
$x_1=30/2$

$x_1=15$

## محاسبه طول اولیه خم در پروفیل

همان‌طور که قبلاً گفته شد طول اولیه پروفیل‌ها بر اساس مرکز ثقل آنها محاسبه می‌شود.

**مثال.** چنانچه بخواهیم از نبشی به ابعاد ۵۰×۵۰×۵ میلی‌متر دایره‌ای به قطر ۵۰۰ میلی‌متر بسازیم، به طریقی که بال عمودی آن در داخل قرار گیرد، طول اولیه نبشی برای ساخت دایره را حساب کنید.




شکل۳-۲۳- مرکز ثقل نبشی

D=۵۰۰mm , A=A/=۵۰mm , E=۵mm , X=? , G=? , L=?

$x=(A+E)/4=(50+5)/4=55/4=13,7mm$

$L_0=\pi(D+2X)$

$=3/14(500+2\times13,7)=1666,4mm$

$L_0=1666,4mm$

## ساخت فرفورژه به کمک خمکاری

### فرفورژه چیست؟

فرفورژه اصطلاحی فرانسوی است که از دو کلمه فر به معنای آهن و فورژه به معنی کوبیده شدن تشکیل شده است. جهت تهیه آن میله‌های آهنی را در کوره قرار داده و حرارت می‌دهند. پس از رسیدن به دمای مناسب آنها بر روی سندان می‌کوبند و نوک آنها را به شکل‌های گوناگون در می‌آورند. کوبیدن این فلزات جلا و جلوه خاصی به آنها می‌دهد.

فرفورژه به عنوان یک محصول، برای زیباسازی مصنوعات کاربرد زیادی در صنعت دارد. به‌طور معمول برای ساخت آن، تسمه، میلگرد و چهارپهلوها را به‌کمک قالب‌های مخصوص و اعمال نیرو به شکل‌های گوناگون در می‌آورند شکل (۳-۲۴).



**شکل ۳-۲۴- چند نمونه محصول فرفورژه**

## خمکاری فرفورژه

خمکاری می‌تواند به روش دستی یا ماشینی انجام شود.
موارد مناسب برای انتخاب روش خمکاری عبارت‌اند از :
۱- ابعاد و جنس تسمه، میلگرد و چهارپهلو
۲- سرعت ساخت
۳- ابزار، دستگاه و قالب های موجود



**شکل۳-۲۵- چند نمونه قالب خمکاری با شعاع‌های گوناگون**

## خمکاری دستی

خمکاری فرفورژه به روش دستی در چند مرحله انجام می‌شود. که شکل زیر مراحل ساخت یک نمونه را نشان می‌دهد.

۱. انتخاب قالب فرم و جاسازی آن



۲. قرار دادن و مهار پروفیل توسط شیار قالب فرم



۳. اعمال نیرو برای خمکاری



۴. جاسازی قالب‌فرم دوم برای انحنای بیشتر



۵. اعمال نیرو برای قسمت انتهای انحنا



۶. طرف دیگر هم مانند مرحله ۱ تا ۵ صورت می‌پذیرد



**شکل۳-۲۶- مراحل خمکاری فرفورژه به روش دستی**

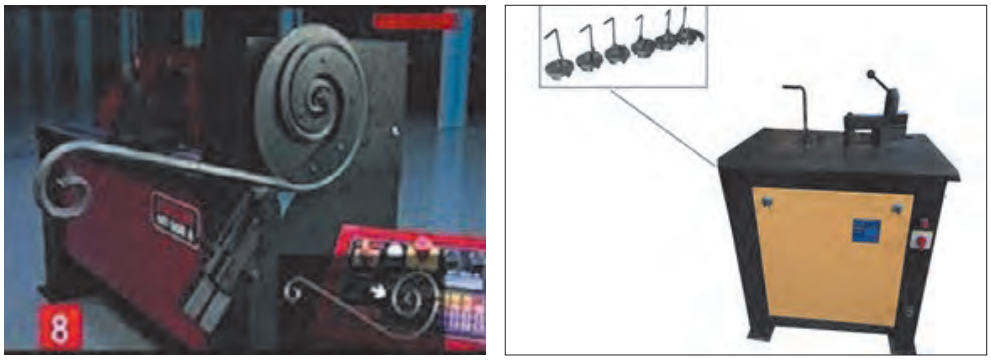
در ساخت فرفورژه به روش دستی ابزارهای مختلفی جهت اعمال نیرو استفاده می‌شود. شکل (۳-۲۷).



**شکل ۳-۲۷- دو نمونه ابزار دستی**

## خمکاری ماشینی

مراحل خمکاری فرفورژه به‌روش ماشینی مانند روش دستی می‌باشد با این تفاوت که نیروی اعمالی فرق می‌کند. شکل چند نمونه از دستگاه خمکاری برای ساخت فرفورژه را نشان می‌دهد.



**شکل ۳-۲۸- دو نمونه دستگاه خم فرفورژه**

فرفورژه با اشکال پیچیده با روش‌های دیگری غیر از خمکاری نیز قابل تولید می‌باشد. شکل(۳-۲۹).

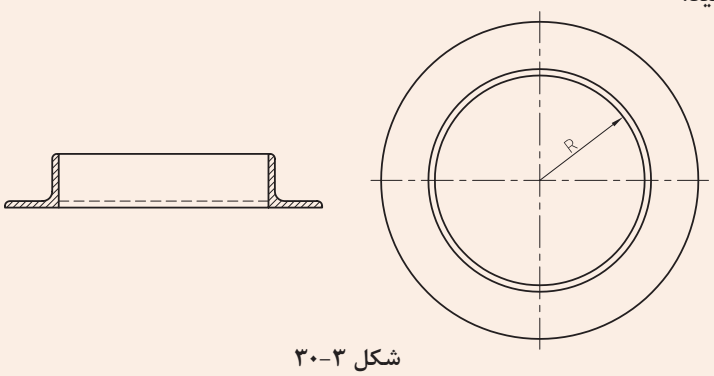


**شکل ۳-۲۹- درب چدنی با طرح گل‌کاری**

فعالیت کارگاهی

### خمکاری دستی پروفیل

شرح فعالیت. با توجه به نقشه زیر پروفیل مناسب را از انبار تحویل گرفته و با مشخصات موردنظر اقدام به خمکاری نمایید.



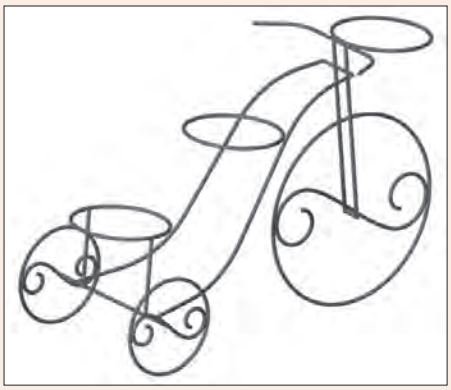

شکل ۳-۳۰

فعالیت کارگاهی

### خمکاری ماشینی پروفیل و ساخت فرفورژه

پروفیل مناسب براساس طرح‌های زیر انتخاب کنید و سپس به‌صورت گروهی یکی از طرح‌های زیر را بسازید.







شکل ۳-۳۱

## ارزشیابی‌پایانی

**شرح کار:**
**۱. خمکاری دستی انواع پروفیل سبک**
**۲. خمکاری ماشینی انواع پروفیل**

**استاندارد عملکرد:**
**خمکاری انواع پروفیل فلزی با ابزار دستی و ماشینی با توجه به نقشه**

**شاخص‌ها:**
**۱. انتخاب روش خمکاری با توجه به نوع لوله و دستورالعمل**
**۲. خمکاری پروفیل بر اساس دستور العمل**
**۳. کنترل ابعاد و زوایا برابر نقشه**

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه‌های مجهز به سیستم تهویه و نور کافی با تجهیزات سرمایشی و گرمایشی مناسب و تجهیزات خمکاری ماشینی و دستی**

**شرایط: زمان ۲ ساعت**

**ابزار و تجهیزات: ماشین خمکاری، ابزار خمکاری دستی و انواع پروفیل**

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | آماده سازی | ۱ | |
| ۲ | خمکاری | ۲ | |
| ۳ | کنترل نهایی | ۱ | |
| ۴ | | | |
| ۵ | | | |
| **شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:** استفاده از لوازم ایمنی کار فردی-رعایت ایمنی در هنگام کار با دستگاه‌های خمکن - توجه به نکات زیست محیطی | | ۲ | |
| **میانگین نمرات** | | | * |

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است .

# پودمان ۴

# گرده سازی



تولید یک اتصال مستحکم و قوی بین دو جزء از یک سازه یا محصول فلزی، وابسته به شکل، ابعاد و سلامت گرده جوش تشکیل شده است. در این پودمان عوامل موثر بر ذوب الکترود، تکنیکهای رسوب فلز مذاب در محل اتصال و امتزاج با فلز پایه و نیز شرایط ایجاد گرده سالم و مناسب معرفی و بررسی شده است.

# واحد یادگیری ۴

## شایستگی گرده‌سازی با الکترود دستی

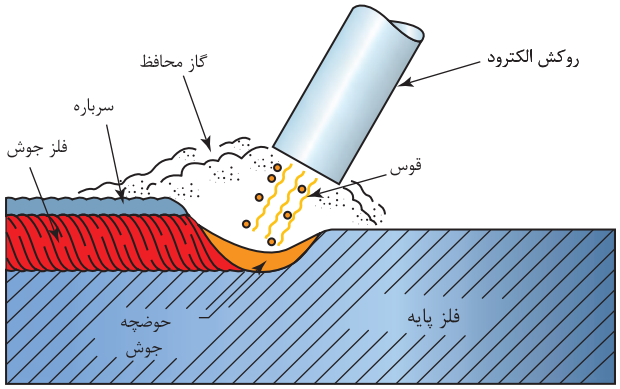
جوشکاری یکی از روش‌های تولید می‌باشد. هدف آن اتصال دائمی‌مواد مهندسی به‌یکدیگر است؛ به‌گونه‌ای که خواص اتصال نزدیک به خواص ماده پایه باشد. همان‌طور که آموخته‌اید، دو نوع اتصال وجود دارد - اتصال دائم و موقت - که جوشکاری جزء اتصالات دائم به شمار می‌رود. یکی از شایستگی‌های بسیار مهم در جوشکاری، ایجاد خط جوش یا عبارت دیگر گرده سازی است. در ابتدای این واحد یادگیری، اصول و مفاهیم جوشکاری الکترود دستی، انواع جریان‌های جوشکاری، منابع تأمین انرژی، تجهیزات و دستگاه‌های جوشکاری الکترود دستی ارائه می‌شود، سپس در ادامه تکنیک‌های جوشکاری و روش گرده‌سازی و نیز اتصال دو پلیت به صورت اتصال مربعی بیان می‌گردد.

### استاندارد عملکرد

تنظیم و راه اندازی دستگاه جوشکاری و گرده سازی بر روی پلیت‌های فولادی با فرایند الکترود دستی براساس نقشه و استاندارد.

## جوشکاری با الکترود دستی (SMAW[1]) یک فرایند ذوبی است

فرایندی است که در آن جریان الکتریکی توسط یک الکترود فلزی روکش دار حمل می‌شود، این جریان قوس الکتریکی تشکیل می‌دهد که از فاصله هوایی بین الکترود و قطعه کار عبور می‌کند. که به‌موجب آن گرما تولید شده و این گرما باعث ذوب الکترود و قطعه کار می‌شود. الکترود ذوب شده از میان قوس الکتریکی به حوضچه مذاب روی فلز پایه انتقال می‌یابد. نوک الکترود و حوضچه فلز با یک ابر گازی که در نتیجه سوختن روکش الکترود ایجاد می‌شود، محافظت می‌گردد.




**شکل ۴ـ۱ـ شماتیک فرایند الکترود دستی**

زمانی‌که قوس الکتریکی قطع می‌شود، مخلوط فلز پایه و الکترود مذاب به‌طور آهسته سرد شده و انجماد صورت می‌گیرد، و به یک جزء یکپارچه تبدیل می‌شود. به‌طور همزمان مذاب فلاکس به شکل یک سرباره روی فلزی جوش منجمد می‌شود.

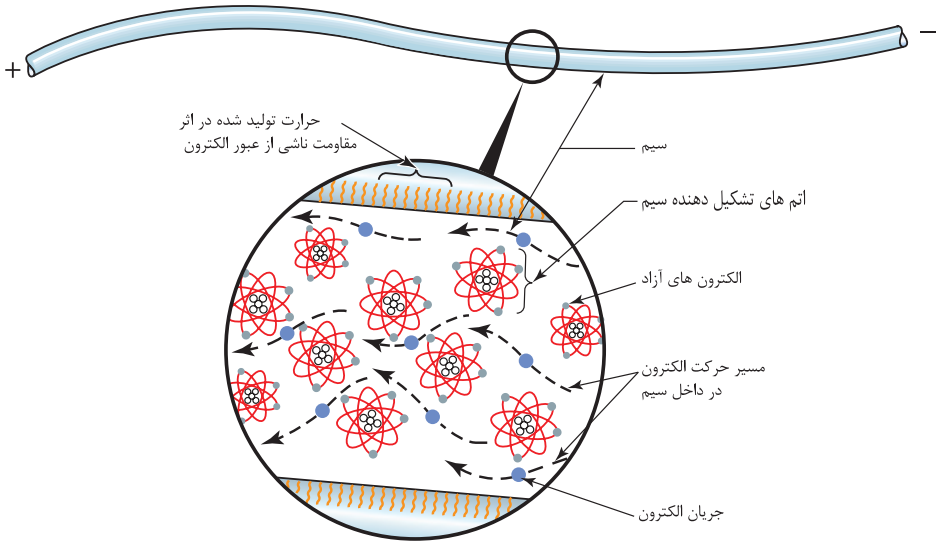
فرایند SMAW به‌دلیل هزینه پایین، قابلیت حمل و نقل آسان و انعطاف‌پذیری به‌طور گسترده مورد استفاده قرارمی‌گیرد.

این فرایند از لحاظ ضخامت قطعات مورد اتصال نیز بسیار انعطاف‌پذیر می‌باشد، و در حالت‌های مختلف جوشکاری می‌توان از آن بهره برد.

## جریان جوشکاری (WELDING CURRENT) چیست؟

منبع گرما برای جوشکاری قوسی، جریان الکتریکی است. جریان الکتریکی، حاصل حرکت الکترون هاست. همان‌طور که در شکل ۴-۲ نشان داده شده است، در یک رسانا الکترون‌ها از قطب منفی (-) به سمت قطب مثبت (+) حرکت می‌کنند که با مقاومت در برابر حرکت الکترون‌ها، گرما تولید می‌شود. هر چقدر مقاومت بیشترباشد، گرما تولیدی بیشتر خواهد شد.

1. Shielded Metal Arc Welding




**شکل ۴ـ۲ـ حرکت الکترون در یک رسانا**

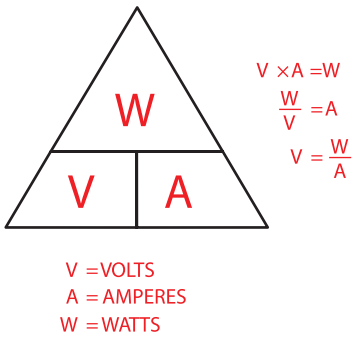
## اندازه‌گیری جریان (Measurement)

از سه واحد ولتاژ (V)، آمپر (A) و وات (W) برای اندازه‌گیری جریان جوشکاری استفاده می‌شود.

ولتاژ یا ولت برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی استفاده می‌شود.

**نکته:** هرچه ولتاژ بالاتر باشد مقدار پرش از شکاف بالاتر خواهد بود. به‌عبارت دیگر ولتاژ کنترل‌کننده تعداد الکترون‌هایی است که از این فاصله هوایی پرش می‌کنند.

آمپر، یکای اندازه‌گیری شدت جریان الکتریکی براساس تعداد کل الکترون‌های درحال حرکت در واحد زمان است.




**شکل ۴ـ۳ـ رابطه بین توان، ولتاژ و جریان**

وات یکای اندازه گیری توان قوس الکتریکی است. مقدار توان تعیین‌کننده پهنا و عمق جوش هستند.




**شکل ۴ـ۴ـ وابستگی اندازه حوضچه جوش به مقدار انرژی (W)**

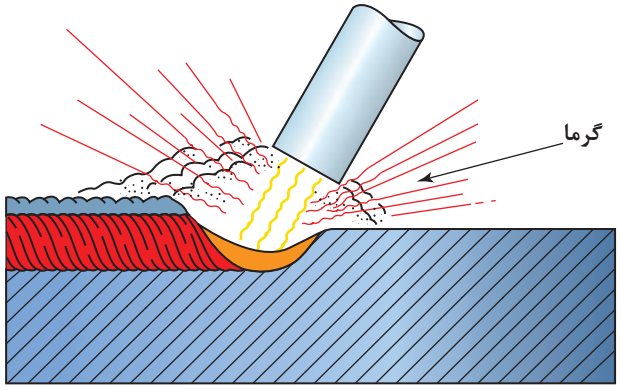
**دما** (Temperature)

دمای قوس الکتریکی بیش از $6000^{\circ}C$ می‌باشد. در حقیقت دما به مقاومت در برابر حرکت جریان الکتریکی وابسته است. عواملی که باعث مقاومت الکتریکی می‌شود شامل طول قوس و ترکیب شیمیایی گازهایی است که در حین سوختن روکش الکترودها ایجاد می‌شود، می‌باشند.

به‌طور مثال زمانی‌که طول قوس بیشتر می‌شود، مقاومت افزایش می‌یابد، در نتیجه ولتاژ قوس و دما افزایش می‌یابد - طول قوس کوچکتر گرمای قوس کمتری ایجاد می‌کند. - در اکثر الکترودها موادی وجود دارد که باعث پایداری قوس الکتریکی می‌شود. نقش این پایدار کننده‌ها، کاهش مقاومت الکتریکی است که به موجب آن پایداری قوس افزایش می‌یابد.

**نکته**

کل گرمای تولید شده در ایجاد اتصال نقش ندارد به‌خاطر اینکه مقداری از گرما به‌صورت تابشی با گازهای داغ تشکیل شده توسط روکش الکترود هدر می‌رود.




**شکل ۴ـ۵ـ هدر رفتن انرژی در جوش با تشکیل تابش و هدایت**

همچنین بخشی از گرما به‌روش رسانش (هدایت) به قطعه کار هدر می‌رود. به‌طور کلی تقریباً نیمی‌از کل گرما در تولید یک اتصال هدر می‌رود. باقی‌مانده گرما قوس، به‌صورت برابر بین الکترود و قطعه کار توزیع می‌شود. این توزیع به نوع جریان جوشکاری، پلاریزاسیون و (قطبیت) روکش الکترود بستگی دارد.

تحقیق

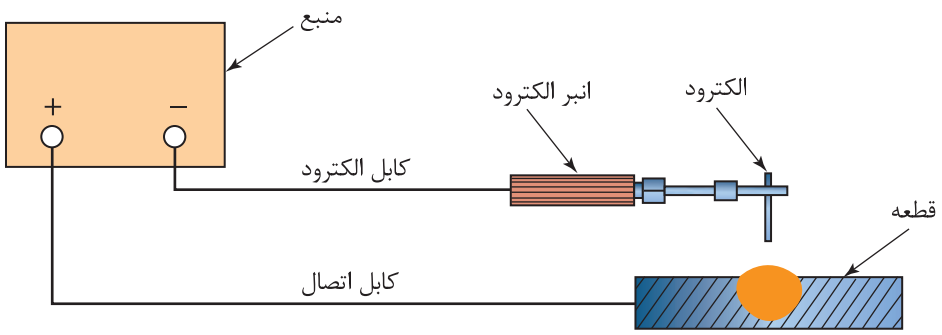
با جست‌وجو در اینترنت در مورد مفهوم پلاریزاسیون و اثرات آن بر هدررفت گرما تحقیق کنید و در جلسهٔ بعد به کمک هنرآموز خود برای هم‌کلاسی‌های‌تان توضیح دهید.

## سه نوع جریان جوشکاری وجود دارد

- جریان متناوب (AC)
- جریان مستقیم الکترود منفی (DCEN)
- جریان مستقیم الکترود مثبت (DCEP)

### جریان DCEN[1]

در این جریان الکترود به قطب منفی و قطعه کار به قطب مثبت متصل می‌شود، این جریان نرخ ذوب الکترود بالایی تولید می‌کند.

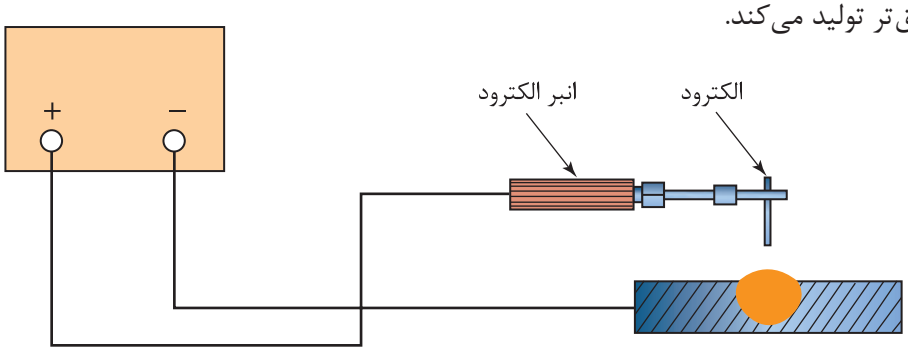



**شکل ۴ـ۶ـ جریان الکترود منفی (DCEN)، پلاریزاسیون مستقیم (DCSP[2])**

1. Direct Current Electrode Negative
2. Direct Current Straight Polarity

### جریان DCEP[1]

در این جریان الکترود به قطب مثبت و قطعه کار به قطب منفی متصل می‌شود این جریان قوسی با قدرت نفوذ عمیق‌تر تولید می‌کند.




شکل ۴ـ۷ـ جریان الکترود مثبت (DCEP)، پلاریزاسیون معکوس (DCRP[2])

### جریان AC[3]

در این جریان الکترون‌ها در هر $\frac{۱}{۱۰۰}$ ثانیه جهت خود را تغییر می‌دهند. به‌عبارت دیگر الکترود و قطعه کار به‌صورت متناوب از آند به کاتد تغییر می‌یابند. به قطب مثبت الکترود آند و قطب منفی الکترود کاتد می‌گویند.

نکته

تغییر سریع جهت جریان باعث توزیع برابر گرما بین الکترود و قطعه کار می‌شود ($\frac{۱}{۲}$ الکترود و $\frac{۱}{۲}$ قطعه کار).

## سه نوع سیستم تأمین توان در جوشکاری وجود دارد

### ولتاژ ثابت (CV)

ولتاژ قوس تنظیم شده، ثابت می‌ماند و با تغییر طول قوس و شدت جریان تغییر نخواهد کرد.

### ولتاژ افزایشی (RAV)

ولتاژ قوس با افزایش شدت جریان افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر با افزایش آمپر ولتاژ هم به آرامی‌افزایش می‌یابد.

### جریان ثابت (CC)

جریان نهایی جوشکاری ثابت می‌ماند. این سیستم ولتاژ کاهشی نیز می‌نامند زیرا با افزایش شدت جریان ولتاژ قوس کاهش می‌یابد.

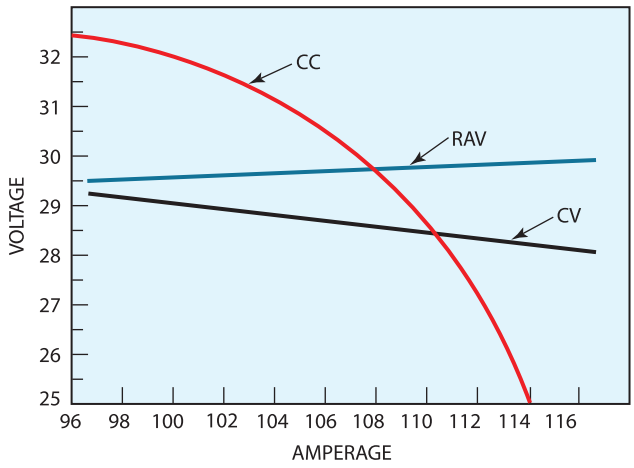
فعالیت

با جست‌وجو در اینترنت عبارات لاتین برای این سه نوع سیستم تأمین توان را بیابید.

1. Direct Current Electrode Positive
2. Direct Current Reverse Polarity
3. Alternating Current

نکته

در فرایند الکترود دستی از نوع جریان ثابت استفاده می‌شود که در شکل ۴-۸ مشخص شده است.




**شکل ۴ـ۸ـ نمودار ولت-آمپر برای سیستم‌های تأمین توان**

## ولتاژ مدار باز[1] بین الکترود و قطعه کار

ولتاژ مدار باز به ولتاژ الکترود قبل از برقراری قوس می‌گویند. این ولتاژ معمولاً بین ۵۰ تا ۸۰ ولت می‌باشد. هرچه ولتاژ مدار باز بالاتر باشد، تشکیل قوس الکتریکی آسانتر خواهد بود. ماکزیمم ولتاژ ایمن برای ولتاژ مدار باز ۸۰ ولت می‌باشد.

نکته

با افزایش ولتاژ مدار باز، خطر شوک الکتریکی نیز افزایش می‌یابد.

### ولتاژ کاری

ولتاژ کاری یا ولتاژ مدار بسته، به ولتاژ قوس در حین جوشکاری گفته می‌شود. این ولتاژ با تغییر طول قوس، نوع الکترود، نوع جریان و مقدار پلاریزاسیون تغییر می‌کند.

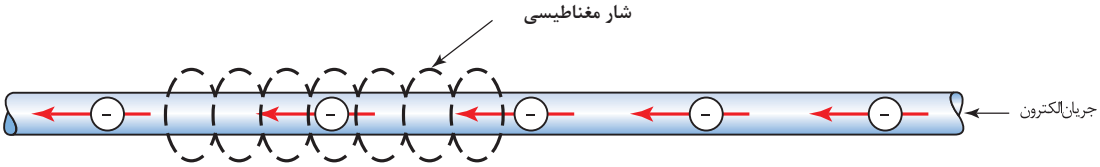
نکته

ولتاژ کاری بین ۱۷ تا ۴۰ ولت می‌باشد.

1. Open Circuit Voltage

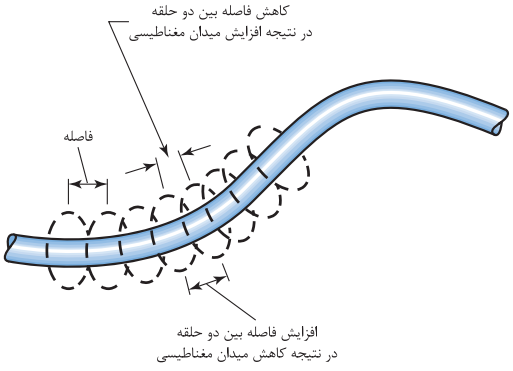
## وزش قوس (ARC BLOW)

فقط در جریان DC وجود دارد. هنگامی که الکترون‌ها در داخل سیم رسانا جریان می‌یابند، یک میدان مغناطیسی دایره‌ای شکل در طول مسیر حرکت الکترون ایجاد می‌شود. خطوط میدان مغناطیسی را شار مغناطیسی می‌نامند.

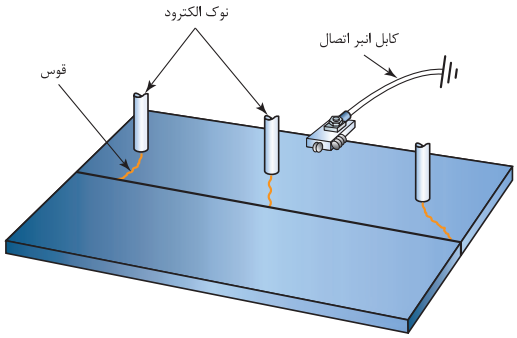



شکل ۴ـ۹ـ میدان مغناطیسی اطراف سیم رسانا

در یک سیم خم شده، شکل ۴-۱۰ خطوط غیریکنواخت شار مغناطیسی تلاش می‌کنند تا سیم را مستقیم کنند به‌طوری که خطوط می‌توانند دوباره یکنواخت شوند، با این حال، هنگامی که جوشکاری با آمپر خیلی بالا(-۶۰۰ آمپر یا بیشتر) انجام می‌شود. این نیرو مغناطیسی ممکن است موجب حرکت سیم شود.
جریان جوشکاری از طریق یک پلیت یا میدان مغناطیسی باقی مانده در پلیت که نتیجه آن خطوط شار غیریکنواخت است جریان می‌یابد. در عوض این خطوط شار غیریکنواخت باعث می‌شود تا قوس در طول جوشکاری حرکت کند. به این جابه‌جایی قوس، وزش قوس می‌گویند. وزش قوس را همانند یک نخ فرض کنید که در مسیر باد قرار دارد به این طرف و آن طرف می‌کشاند. وزش قوس در گوشه‌ها بسیار قابل توجه است، همانطور که در شکل ۴-۱۱ نشان داده شده است، در انتهای قطعه کار، و زمانی که انبر اتصال در یک طرف پلیت متصل شده است.



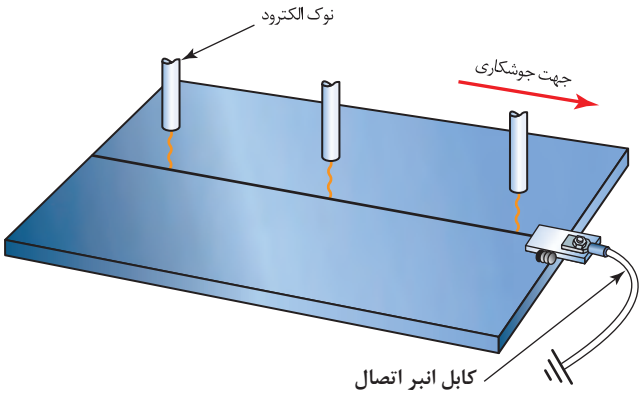

شکل ۴ـ۱۰ـ تمرکز میدان مغناطیسی در ناحیه خم




شکل ۴ـ۱۱ـ وزش قوس

### چگونه وزش قوس را حین جوشکاری کنترل کنیم؟

- برای حل مشکل وزش قوس، می‌توان انبر اتصال را در انتهای پلیت قرار داد، از انتهای دیگر جوشکاری کرد. به شکل ۴-۱۲ نگاه کنید.




**شکل ۴ـ۱۲ـ میدان مغناطیسی اطراف سیم رسانا**

- کنترل وزش قوس استفاده از دو انبر اتصال قطعه است.
- درجریان AC به دلیل تغییر سیکل، فرصت ایجاد میدان مغناطیسی مورد نیاز برای انحراف قوس پدید نمی‌آید.
- در صورتی که هیچ‌کدام از روش‌ها در حذف طول قوس مؤثر نبود، جوشکاری با طول قوس کوتاه راه مناسبی می‌باشد.

## انواع منابع قدرت

در فرایندهای قوس الکتریکی دو نوع دستگاه داریم که می‌توانند آمپر بالا و ولتاژ پایین برای جوشکاری قوسی تولید کنند.

۱- موتورهای الکتریکی یا موتورهای احتراق داخلی

۲- ترانسفورماتور کاهنده[1]

ترانسفورماتور راندمان انرژی بالا، نیاز به نگهداری کمتر و قیمت پایین‌تری دارند، به همین علت درحال حاضر در صنعت کاربرد فراوانی دارد. ولی، ژنراتورها نیز به‌طور گسترده در جوشکاری برای مکان‌هایی که امکان استفاده از برق شهری نباشد، مثلاً در بیابان‌ها برای جوشکاری خطوط لوله استفاده می‌شوند.

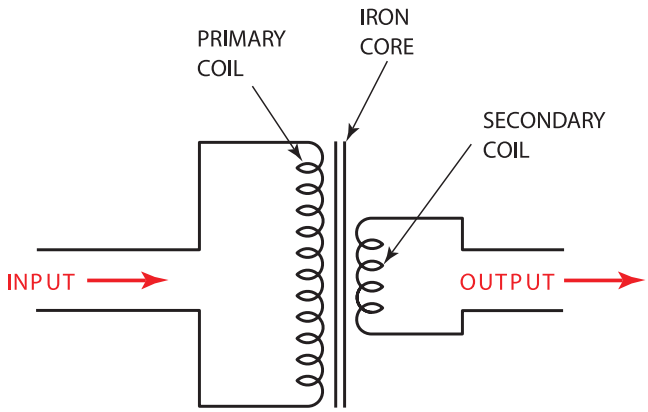
### ترانسفورماتور[2]

ترانسفورماتور جوشکاری از جریان AC با ولتاژ برای تأمین ولتاژ مورد نیاز برای جوشکاری استفاده می‌کنند. به‌دلیل اینکه جریان استفاده شده در ترانسفورماتورها متناوب می‌باشد، در نتیجه میدان مغناطیسی به‌طور دائمی ایجاد می‌شود و ازبین می‌رود. در ترانسفورماتورها به‌واسطه قرار دادن یک سیم ثانویه در میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط سیم‌پیچ اولیه، جریان در سیم‌پیچ ثانویه القاء خواهد شد. با قرار دادن یک هسته آهنی در مرکز دو کویل، تمرکز میدان مغناطیسی افزایش خواهد یافت.

---

1 - Step-Down Transformers

2 - Transformer




**شکل ۴-۱۳: دیاگرام ترانسفورماتور کاهنده**

به ترانسفورهایی که در آن تعداد دور سیم پیچ اولیه بیشتر از سیم پیچ ثانویه باشد، ترانسفورماتور نوع کاهنده می‌نامند. این ترانسفورماتور، ولتاژ بالا و جریان آمپر پایین را دریافت می‌کند و آن را به ولتاژ پایین و جریان آمپر بالا تبدیل می‌کند. به علت افزایش گرما در ترانسفورماتور کمی‌افت توان داریم و در غیر این صورت توان ورودی و خروجی ثابت هستند.

**نکته**

ترانسفورماتور جوشکاری کاهنده، برق با ولتاژ بالا (۲۲۰ ولت یا ۳۸۰ ولت) و آمپر پایین را دریافت می‌کند و به ولتاژ ۱۷ تا ۴۵ ولت با جریان ۶۰۰ آمپر تبدیل می‌کند.



دستگاه‌های جوشکاری را می‌توان به واسطه روش کنترل و تنظیم جریان جوشکاری دسته بندی نمود، دسته بندی اصلی شامل دستگاه سیم پیچ چند تایی، سیم پیچ متحرک و اینورتور جوشکاری می‌باشد.

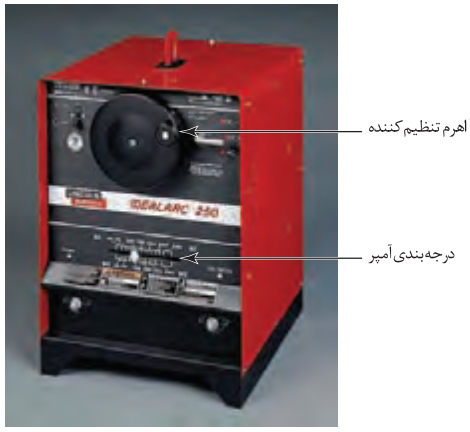
**دستگاه سیم پیچ چند هسته ای (Multiple-coil Machines)**

در این دستگاه با تغییر سیم پیچ ثانویه، می‌توان جریان‌های مختلفی را انتخاب نمود (شکل ۴-۱۴). بیش‌ترین شماره چرخش، بالاترین آمپر را ایجاد می‌کند.

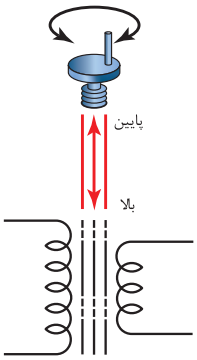
**شکل ۴-۱۴: ترانسفورماتور نوع سیم پیچ چند هسته ای**

## دستگاه جوشکاری با سیم پیچ متحرک[1]

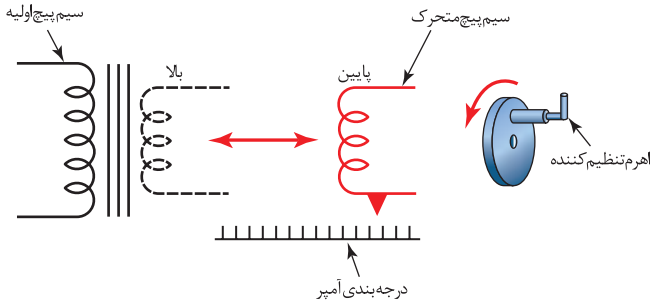
تنظیمات در این نوع دستگاه به‌واسطه چرخاندن فلکه‌ای که هسته متحرک داخلی وصل است دور و نزدیک می‌شود. تنظیمات همچنین ممکن است به‌واسطه حرکت دادن دسته‌ای انجام شود. این دستگاه دارای رنج آمپر بالا و پایین است، برخلاف دستگاه سیم‌پیچ چندتایی این دستگاه عقربه تنظیمات درجه‌های آمپر کوچکتر را ندارد. هنگامی‌که سیم‌پیچ اولیه و ثانویه در فاصله نزدیک از هم قرار گیرند، بزرگترین آمپر و هنگامی‌که در دورترین فاصله از هم قرار گیرند، کوچکترین آمپر را ایجاد خواهد کرد(۴-۱۶ و ۴-۱۷).




**شکل ۴ـ۱۵ـ دستگاه جوشکاری با سیم پیچ متحرک**




**شکل ۴ـ۱۷ـ جابه‌جایی سیم پیچ**




**شکل ۴ـ ۱۶ـ جابه‌جایی سیم پیچ**

## دستگاه اینورتر (Inverter Machines)

این دستگاه در مقایسه با سایر دستگاه‌های جوشکاری دارای یک رنج آمپر کمتر و سبکتر است، وزن کم آن باعث جابه‌جایی راحت‌تر شده است، و همچنین راندمان کار را بسیار بالا برده است. در یک ترانسفورماتور استاندارد، از هسته آهنی برای تمرکز میدان الکتریکی استفاده می‌شود، این هسته دارای یک اندازه مشخص است، و این اندازه براساس مقدار زمان صرف شده برای تشکیل و حذف میدان مغناطیسی تعیین می‌شود. در اینورتورها بجای استفاده از سیم پیچ و هسته با وزن بالا از بردهای الکترونیکی با فرکانس بالا استفاده می‌شود. این دستگاه ها فرکانس برق شهر ۵۰ هرتز را به چند کیلو هرتز تبدیل می‌کنند. این قابلیت باعث می‌شود که جرم ۵۰ کیلویی دستگاه به کمتر از ۵ کیلوگرم کاهش یابد (۴-۱۸).

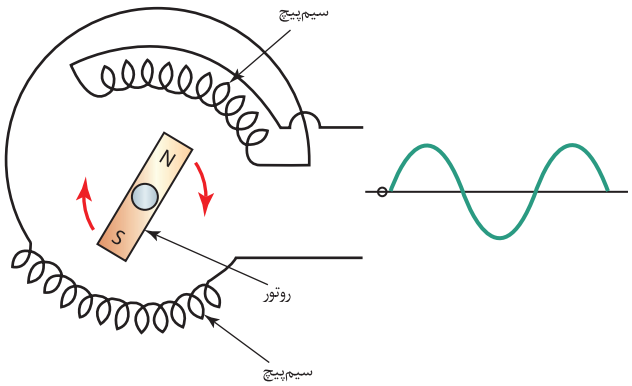
1 - Movable-coil or Movable-core Machines



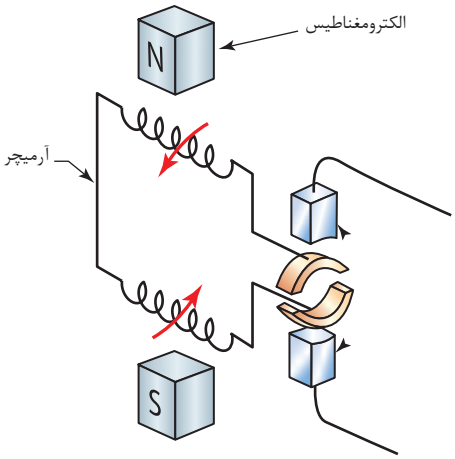
شکل ۴-۱۸: درجه بندی آمپر در عقربه قابل تنظیم

## ژنراتور و دینام (GENERATORS AND ALTERNATORS)

این دستگاهها انرژی الکتریکی را از منبع قدرت مکانیکی تولید می‌کنند. دارای یک روتور و استاتور هستند، در نتیجه حرکت، الکتریسیته تولید می‌شود. در دینام، نیروی خطوط مغناطیسی در داخل سیم پیچ به چرخش در می‌آید (شکل ۴-۱۹) و جریان AC را تولید می‌کنند. در ژنراتور، سیم پیچ در داخل میدان مغناطیسی چرخش می‌کند و جریان DC تولید می‌کنند(۴-۲۰). در دینام ها این امکان هم وجود دارد که با استفاده از دیود جریان AC را به جریان DC برای جوشکاری تبدیل کند.




شکل ۴-۱۹: دینام




شکل ۴-۲۰: ژنراتور

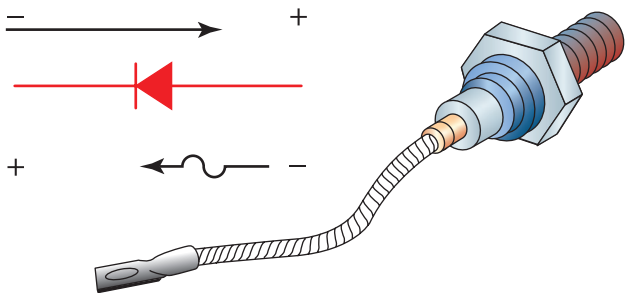




شکل ۴ـ۲۱ـ ژنراتور

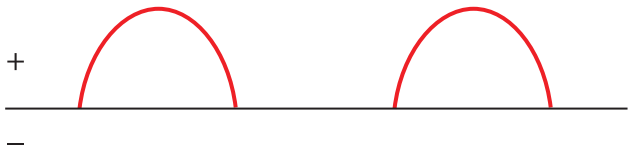
## یکسوکننده ها یا رکتی فایر (RECTIFIERS)

جریان جوشکاری متناوب را می‌توان با استفاده از یک سری رکتی‌فایرها (یکسوسازها) به جریان مستقیم تبدیل کرد. همان‌طور که در شکل ۴-۲۲ رکتی فایر تنها اجازه می‌دهد که جریان در یک جهت حرکت کند.



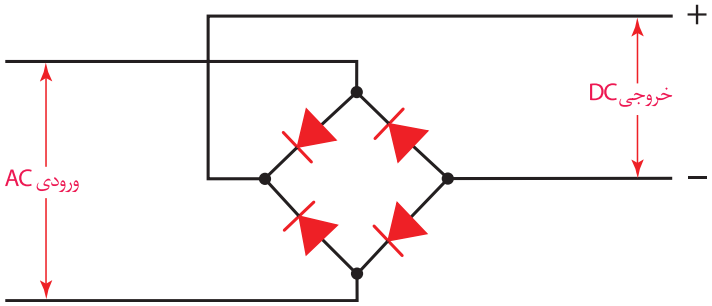

شکل ۴ـ۲۲ـ رکتی فایر

اگر یک رکتی فایر اضافه شود، توان جوشکاری همانند شکل ۴-۲۳ ظاهر می‌شود. البته جوشکاری با منبع پالسی شبیه این دستگاه، بسیار دشوار است.



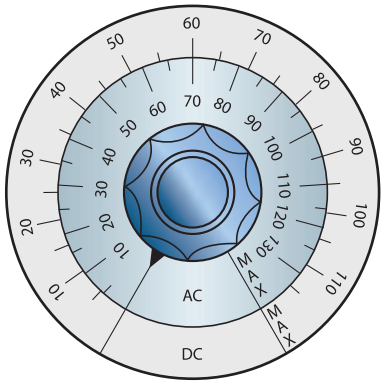

شکل ۴ـ۲۳ـ یک رکتی فایر در منبع قدرت جوشکاری در نتیجه تولید جریان پالسی

بنابراین برای تبدیل جریان متناوب AC به جریان مستقیم DC از یک سری رکتی‌فایر که با نام پل‌رکتی‌فایر نیز معروف هستند، استفاده می‌شود (شکل ۴-۲۴).




**شکل ۴ـ۲۴ـ پل رکتی فایر**

رکتی فایرها هنگامی‌که جریان AC را به DC تبدیل می‌کنند، داغ می‌شوند. از این‌رو، باید یک فن خنک‌کننده ـ وسیله‌ای برای خنک کاری با هوا ـ بر روی رکتی فایرها نصب شود تا عمل خنک کاری را انجام دهد. در غیراین صورت، گرمای تولید شده باعث کاهش راندمان دستگاه جوشکاری می‌شود. شکل ۴-۲۵ درجه‌بندی آمپر در یک دستگاه متداول را نشان می‌دهد.




**شکل ۴ـ۲۵ـ تغییر آمپر در رکتی فایرها**

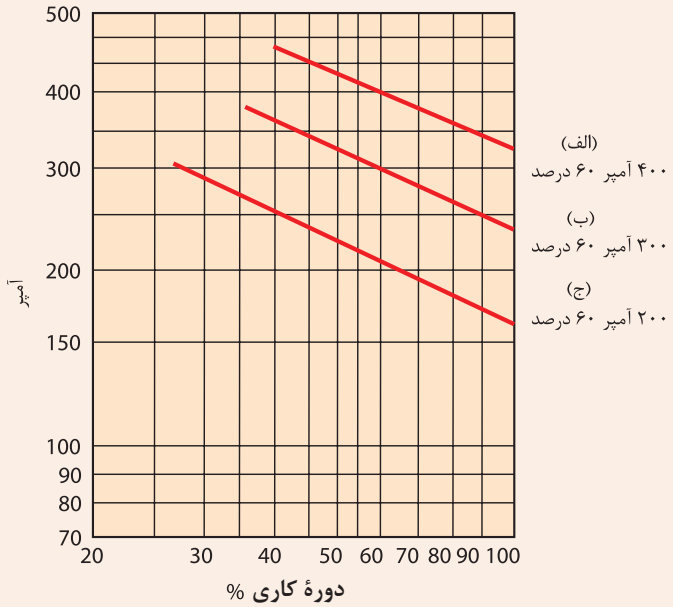
## دورهٔ کاری (DUTY CYCLE)

در هنگام جوشکاری در داخل دستگاه گرما تولید می‌شود، در هنگام جوشکاری دستی هنگام تعویض الکترود و تغییر وضعیت جوشکاری و قطعه کار، فرصت برای خنک شدن دستگاه وجود دارد، ولی در دستگاه‌های اتوماتیک این امکان وجود ندارد.

دورهٔ کاری درصدی از زمان می‌باشد که یک ماشین جوشکاری می‌تواند به‌طور پیوسته کار کند. به‌عنوان مثال دورهٔ کاری ۶۰ درصد به این معنی است که از هر ۱۰ دقیقه، دستگاه جوشکاری حداکثری می‌تواند ۶ دقیقه کار کند. بعد از تأمین توان مورد نیاز در این سطح (۶ دقیقه جوشکاری)، باید ۴ دقیقه در هر ۱۰ دقیقه برای خنک شدن دستگاه صرف شود.

فعالیت

شکل ۴-۲۶ نمودار ارتباط بین آمپر و دورهٔ کاری را نشان می‌دهد، به نظر شما با تغییر آمپر، duty cycle چه تغییری می‌کند؟




**شکل ۴ـ۲۶ـ دورهٔ کاری فرایند الکترود دستی**

فعالیت کارگاهی

**خواندن نمودار دورهٔ کاری**

با استفاده از یک مداد و کاغذ و نمودار دورهٔ کاری که در شکل ۴-۲۶ نشان داده شده، به سؤالات زیر پاسخ دهید؟

الف: درصد ماکزیمم دورهٔ کاری در ماکزیمم آمپر را تعیین کنید؟

ب: ماکزیمم آمپر جوشکاری در ۱۰۰ درصد دورهٔ کاری را محاسبه کنید؟

## کابل های جوشکاری

کابل‌هایی که برای جوشکاری به کار می‌روند باید انعطاف‌پذیر، عایق خوب و اندازه مناسب برای کار مورد نظر باشند. در اکثر کابل‌های جوشکاری از سیم‌های مسی استاندارد استفاده می‌شود. برخی از کابل‌های تولیدی جدید، از جنس سیم‌های آلومینیوم می‌باشند، سیم‌های آلومینیومی‌نسبت به مسی سبک تر و ارزان‌تر هستند. به دلیل اینکه هدایت الکتریکی آلومینیوم در یک اندازه مشابه به خوبی مس نمی‌باشد، به عنوان یک نتیجه، سیم‌های آلومینیومی‌باید یک سایز بزرگتر از سیم‌های مسی در نظر گرفته شود. از آنجایی که کابل‌های جوشکاری در معرض جرقه‌های داغ، گریس، روغن، لبه‌های تیز و ضربه قرار می‌گیرند، باید از مقاومت خوبی برخوردار باشد.

هنگامی‌که جریان الکتریسیته در کابل جریان می‌یابد، مقاومت در برابر عبور جریان، باعث گرم شدن کابل شده و افت ولتاژ افزایش می‌یابد. برای به حداقل رساندن هدر رفت انرژی (توان) و جلوگیری از گرم شدن بیش از حد، کابل‌های الکترود باید سایز صحیح و دقیقی داشته باشند. جدول زیر حداقل سایز کابل مورد نیاز که برای هر آمپر را نشان می‌دهد.

**جدول ۴ـ۱ـ سایز کابل‌های مسی و آلومینیومی**

| | Amperes | | Copper Welding Lead Sizes | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ft | m | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| Length of Cable | 50 | 15 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1/0 | 1/0 | 2/0 | 2/0 |
| | 75 | 23 | 2 | 2 | 1 | 1/0 | 2/0 | 2/0 | 3/0 | 3/0 | 4/0 |
| | 100 | 30 | 2 | 1 | 1/0 | 2/0 | 3/0 | 4/0 | 4/0 | | |
| | 125 | 38 | 2 | 1/0 | 2/0 | 3/0 | 4/0 | | | | |
| | 150 | 46 | 1 | 2/0 | 3/0 | 4/0 | | | | | |
| | 175 | 53 | 1/0 | 3/0 | 4/0 | | | | | | |
| | 200 | 61 | 1/0 | 3/0 | 4/0 | | | | | | |
| | 250 | 76 | 2/0 | 4/0 | | | | | | | |
| | 300 | 91 | 3/0 | | | | | | | | |
| | 350 | 107 | 3/0 | | | | | | | | |
| | 400 | 122 | 4/0 | | | | | | | | |
| | Amperes | | Aluminum Welding Lead Sizes | | | | | | | | |
| | ft | m | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| Length of Cable | 50 | 15 | 2 | 2 | 1/0 | 2/0 | 2/0 | 3/0 | 4/0 | | |
| | 75 | 23 | 2 | 1/0 | 2/0 | 3/0 | 4/0 | | | | |
| | 100 | 30 | 1/0 | 2/0 | 4/0 | | | | | | |
| | 125 | 38 | 2/0 | 3/0 | | | | | | | |
| | 150 | 46 | 2/0 | 3/0 | | | | | | | |
| | 175 | 53 | 3/0 | | | | | | | | |
| | 200 | 61 | 4/0 | | | | | | | | |
| | 225 | 69 | 4/0 | | | | | | | | |

تمرین

### تعیین سایز کابل جوشکاری

با استفاده از یک مداد و کاغذ و جدول سایز کابل که در جدول ۴-۱ نشان داده شده، به سؤالات زیر پاسخ دهید؟

۱- حداقل سایز کابل جوشکاری مسی برای ۲۰۰ آمپر و یک کابل با طول ۳۰ متر را محاسبه کنید؟

۲- حداقل سایز کابل جوشکاری مسی برای ۱۲۵ آمپر و یک کابل با طول ۶۹ متر را محاسبه کنید؟

۳- حداکثر طول کابل آلومینیومی‌جوشکاری که می‌تواند ۳۰۰ آمپر را حمل کند، تعیین کنید؟

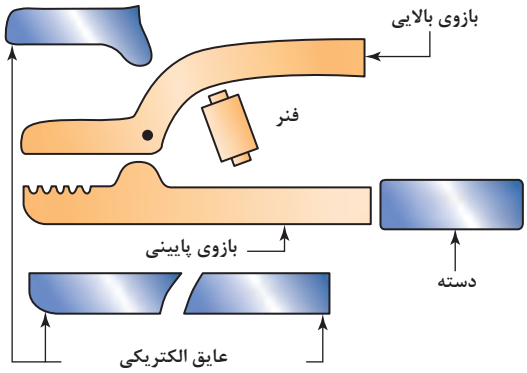
## انبر الکترود (ELECTRODE HOLDERS)

انبرهای الکترود (نگهدارنده الکترود) جوشکاری باید در نرخ آمپر مناسب طراحی شوند و دارای عایق خوب برای جوشکاری ایمن باشند. اینها طوری طراحی می‌شوند که در بیشترین و کمترین نرخ آمپر، استفاده شوند. آمپر بسیار بالا باعث داغ شدن و سوختن نگهدارنده می‌شود. اگر نگهدارنده در رنج‌های آمپری که استفاده می‌شود، بسیار بزرگ باشد، جابه جایی سخت می‌شود و باعث خستگی اپراتور می‌شود. معمولاً بر روی انبر الکترود مقدار ظرفیت آمپر را درج می‌کنند (شکل ۴-۲۷).




**شکل ۴ـ۲۷ـ انبر الکترود**

همانطور که در شکل ۴-۲۸ نشان داده شده است، فنرها، فک‌ها، عایق‌ها دسته‌ها و پیچ‌ها بخش هایی از انبر الکترود هستند که قابل تعویض می‌باشند.




**شکل ۴ـ۲۸ـ قسمت قابل تعویض انبر الکترود**

**نکته**

هرگز انبر الکترودی که در اثر آمپر زیاد بیش از حد داغ شده است را در داخل آب برای سرد شدن نگذارید.

فعالیت کارگاهی

**تعمیر انبر الکترود**

با استفاده از دستورالعمل های شرکت‌های تولید کننده انبر، براساس نوع انبر الکترود، ابزارهای دستی و قسمت‌های قابل جایگزین در انبر الکترود به‌صورت زیر عمل کنید:

**توجه:** قبل از شروع هر کاری اطمینان حاصل کنید که دستگاه جوشکاری خاموش است و کابل اتصال به دستگاه قطع شده باشد.

۱. انبر الکترود را از کابل جوشکاری جدا کنید.
۲. روکش عایق را فک انبر الکترود خارج کنید.
۳. روکش عایق را بر روی انبر الکترود جایگزین کنید.
۴. انبر الکترود را به کابل جوشکاری متصل کنید.
۵. دستگاه جوشکاری را روشن کنید.
۶. جوشکاری کنید و ببینید تعمیر انبر الکترود به‌درستی انجام شده است.

## انبر اتصال (WORK CLAMPS)

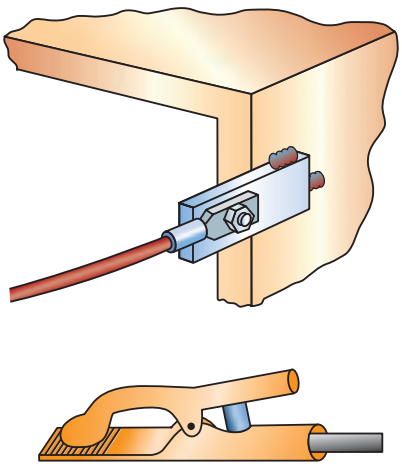
اندازه انبر اتصال باید به درستی براساس آمپر انتخاب شود، و همچنین باید هنگام جوشکاری بر روی قطعات مورد اتصال سفت و محکم باشد. تأثیر گرما برروی انبر اتصال مانند انبر الکترود است و موجب هدر رفت انرژی می‌شود، قابل توجه است که این هدر رفت اغلب توسط اپراتورها نادیده گرفته می‌شود. اتصال باید به‌دقت گاهی اوقات بررسی شود تا از در تماس بودن انبر با قطعه کار اطمینان حاصل شود. علاوه بر این، هدر رفت انرژی به‌دلیل اتصال ضعیف انبر به بدنه قطعه، باعث تشکیل قوس نامناسب در حین جوشکاری می‌شود. همچنین قرار دادن انبر اتصال در مکان نامناسب باعث وزش قوس می‌شود.

سؤال

برای جلوگیری از وزش قوس چه راه حلی پیشنهاد می‌کنید؟

نکته

در مواقعی که قطعه کار حین جوشکاری جابه‌جا می‌شود، از انبر اتصال آج‌دار استفاده کنید.



شکل ۴ـ۲۹ـ انبر اتصال

فعالیت کارگاهی

## برقراری قوس الکتریکی

**دستور کار:**

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش بند چرمی‌است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

**۱- تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

**۲- مواد مورد نیاز:** الکترود E6010 یا E6013 با قطر ۳ میلی‌متر ـ پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر

**۳- نوع کار عملی:** برقراری قوس الکتریکی و گرده سازی براساس نقشه ۴-۱ (شکل ۴-۳۰)

**نکات فنی**

الکترود را نزدیک پلیت قرار دهید، سپس الکترود را بر روی پلیت آرام بکشید، به‌عبارتی دیگر بر روی آن خراش ایجاد کنید (شکل ۴-۳۱). زمانی که قوس ایجاد شد، به‌آرامی الکترود را بلند کنید تا به یک طول قوس مطلوب برسید، الکترود را در یک نقطه نگه دارید تا به اندازه جوش مورد نظر برسید، سپس به آرامی‌الکترود را به‌سمت جلو حرکت دهید تا مهره جوش و یا گرده جوش ایجاد شده طویل‌تر شود.

توجه داشته باشید در برخی مواقع به‌دلیل نزدیک کردن زیاد الکترود به‌سطح قطعه، الکترود به آن می‌چسبد، در این شرایط، سریعاً انبر الکترود را فشار دهید تا الکترود از آن خارج شود و سپس الکترود را از سطح قطعه جدا کنید. به الکترود بدون دستکش دست نزنید چون هنوز داغ است. اگر فلاکس (پوشش) در قسمت انتهایی الکترود جدا شده، الکترود را تعویض کنید چون با الکترودی که روکش آن جدا شده نمی‌توان قوس برقرار کرد بعداً قسمت بدون روکش را بریده و مجدداً از آن استفاده کنید.

پس از پایان کار، دستگاه جوش را خاموش کنید و محدوده‌ای که مشغول به‌کار بودید را تمیز کنید. فلزات دور ریز را در محفظه‌ای که مخصوص جمع‌آوری آنهاست قرار دهید.

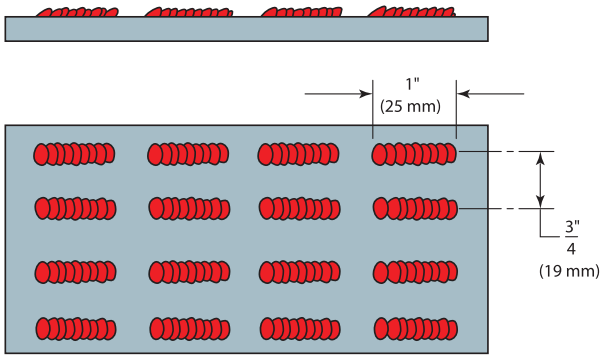


شکل ۴ـ۳۰ـ برقراری قوس



شکل ۴ـ۳۱ـ برقراری قوس با الکترودی که روکش آن کنده‌شده (عدم برقراری قوس پایدار)

نقشه شماره ۴-۱




فعالیت کارگاهی

## خال جوش زدن

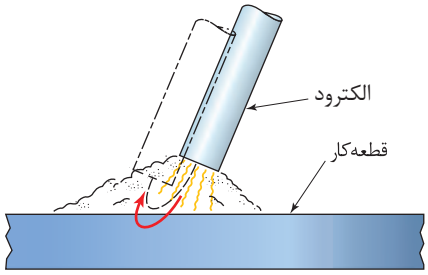
**دستور کار:**

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی‌است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

۱- **تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

۲- **مواد مورد نیاز:** الکترود E6011 یا E6013 با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر- پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر

۳- **نوع کار عملی:** برقراری قوس الکتریکی و خال جوش زدن (به جهت حرکت الکترود در شکل ۴-۳۲ توجه کنید)




شکل ۴ـ۳۲ـ نحوهٔ الکترود در حین خال جوش زدن

## آمپر بسیار کم و زیاد در کیفیت جوش تأثیر دارد

با توجه به جدول ۴-۲ هر الکترود باید در یک آمپر (شدت جریان) مشخص به‌کار روند. به‌عنوان مثال، جوشکاری با جریان بسیار پایین نتیجه آن ذوب ناقص و ناپایداری قوس می‌باشد (شکل ۴-۳۳). جوش ممکن است دارای ناخالصی سرباره یا گاز شود به‌دلیل اینکه حوضچه مذاب جوش به اندازه کافی جریان پیدا نکرد و در نتیجه فلاکس هم واکنش خوبی نداشته است. همچنین این جریان بسیار پایین ممکن است موجب عدم نفوذ در پایین پلیت شود.

**جدول ۴ـ۲ـ رنج آمپر برای الکترودهای جوشکاری متداول در فرایند الکترود دستی**

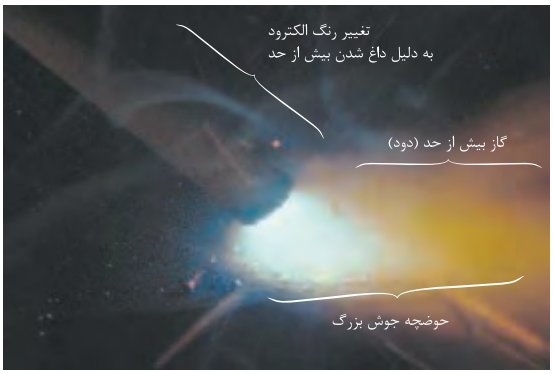
| Electrode | Classification | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Size | E6010 | E6011 | E6012 | E6013 | E7016 | E7018 |
| 32/3 in. (2.4 mm) | 110–70 | 105–75 | 85–40 | 90–40 | 70–50 | 80–40 |
| 8/1 in. (3.2 mm) | 165–90 | 150–100 | 120–70 | 130–75 | 125–85 | 130–70 |
| 32/5 in. (4 mm) | 220–125 | 190–140 | 160–130 | 200–120 | 160–130 | 165–110 |

با جریان بسیار پایین، ولتاژ قوس بسیار پایین است. طول قوس پایین نتیجه آن اتصال کوتاه و چسبیدن الکترود بر روی سطح پلیت می‌باشد.

مغز الکترود در حمل مقدار جریان الکتریکی محدودیت دارد. زمانی‌که جریان افزایش می‌یابد، سیم (مغز الکترود) به‌دلیل مقاومت الکتریکی داغ می‌شود این پیش گرمایی سیم موجب می‌شود که برخی از مواد شیمیایی داخل پوشش الکترود زودتر بسوزند (شکل ۴- ۳۴) در نتیجه ازدست دادن بالانس عناصر شیمیایی از ترکیب الکترود موجب ناپایداری قوس می‌شود.




**شکل ۴ـ۳۳ـ جوشکاری با آمپر بسیار پایین**




**شکل ۴ـ۳۴ـ جوشکاری با آمپر بسیار بالا**

افزایش طول قوس باعث پاشش جرقه بیش ازحد می‌شود. جوشی که در نتیجه آمپر بالا ایجاد شود یک سطح صاف و پهنی خواهد داشت، و همچنین نفوذ آن عمیق تر خواهد بود. به‌دلیل بالا بودن دمای جرقه‌ها، هنگام برخورد با سطح قطعه به آن می‌چسبند و پس از سرد شدن، به‌راحتی نمی‌توان آنها را از سطح فلز جدا کرد (شکل ۴-۳۵).




**شکل ۴-۳۵: پاشش سخت شده بر روی فلز پایه**

فعالیت کارگاهی

## تأثیر تغییرات شدت جریان بر روی جوش

**دستور کار:**

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی‌است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

۱- **تجهیزات فنی** : دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

۲- **مواد مورد نیاز:** الکترود E6010 و E6013 با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر ـ دو پلیت فولادی یکی با ضخامت ۶ میلی‌متر و دیگری با ضخامت ۱۳ میلی‌متر (ضخیم)

۳- **نوع تمرین عملی:** بررسی تأثیر افزایش و کاهش شدت جریان برروی جوش (مهره جوش، گرده جوش، کیفیت جوش)

۴- **حالت اول:** دستگاه جوشکاری را روی آمپر ۹۰ با جریان AC یا DCRP تنظیم کنید، سپس قوس را برقرار کنید و در حدود ۲۵ میلی‌متر جوشکاری کنید سپس شدت جریان را به‌اندازه ۱۰ آمپر افزایش دهید، قوس را برقرار کنید و در حدود ۲۵ میلی‌متر دیگر جوشکاری کنید، و همین فرایند تا بالاترین آمپر دستگاه جوشکاری خود ادامه دهید.

۵- **حالت دوم:** الکترود را عوض کنید و دستگاه جوشکاری را دوباره بر روی ۹۰ آمپر تنظیم کنید و در حدود ۲۵ میلی‌متر بر روی پلیت جوش کاری کنید، شدت جریان را به مقدار ۱۰ آمپر کاهش دهید، این فرآیند را تا کمترین آمپر تکرار کنید، سپس دو حالت (دو پلیت) را باهم مقایسه کنید، از لحاظ عرض جوش، اندازه حوضچه ، پاشش، سهولت در برداشتن سرباره و نفوذ بررسی کنید. همچین مقدار الکترود باقی مانده را در دو حالت مقایسه کنید، و در قالب یک گزارش ارائه دهید.

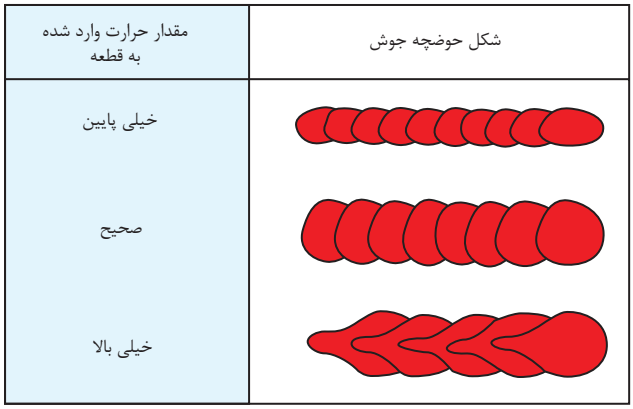
**توجه:** تنظیم شدت جریان در حین جوشکاری، باعث خراب شدن دستگاه می‌شود، در نتیجه برای تنظیم دستگاه ابتدا جوشکاری را قطع کنید و سپس دستگاه را تنظیم نمایید و مجدد جوشکاری کنید.

## اندازه الکترود و مقدار گرمای وارد شده به قطعه رابطه مستقیمی‌دارند

انتخاب اندازه صحیح الکترود جوش کاری برای یک جوش توسط برخی از عوامل زیر تعیین می‌شود:

- مهارت جوشکاری؛
- ضخامت فلز مورد جوش‌کاری؛
- اندازه فلز؛
- کدها و استانداردهای جوش‌کاری.

استفاده از الکترودهایی با قطر کمتر نیاز بر مهارت کمتری نسبت به الکترودهای با قطر بزرگ دارد. همچنین الکترود قطر کمتر نرخ رسوب کمتری نسبت به الکترود بزرگتر دارد. اگر برای اتصال قطعات کوچک و نازک از الکترود با قطر بزرگ استفاده شود، باعث گرم شدن بیش ازحد آن می‌شود و ممکن است به قطعه آسیب وارد شود. به‌طور کلی برای تعیین اینکه آیا دمای گرده جوش یا گرمای وارده شده به قطعه زیاد است یا نه به شکل انتهای جوش‌ها در شکل ۴-۳۶ نگاه کنید.




**شکل ۴ـ۳۶ـ تأثیر گرمای وارد شده به قطعه بر روی شکل حوضچه جوش**

موج‌های گرد و یکنواخت همانند شکل ۴-۳۶ نشان می‌دهد که جوش به صورت یکنواخت سرد شده است و گرما بیش ازحد نبوده است اگر موج به‌صورت نقطه‌ای ایجاد شود، بیانگر این است که فرایند سرد شدن جوش بسیار آهسته بوده و زیر گرمای وارد شده به قطعه بسیار زیاد بوده است. گرمای بیش از حد باعث سوختگی جوش می‌شود. و هنگامی که سوختگی جوش اتفاق می‌افتد تعمیر آن سخت است.

برای رفع مشکلات ناشی از گرمای بیش از حد، برای جوشکاری می‌توان از راهکارهای زیر استفاده کرد:

۱- کاهش آمپر

۲- استفاده از طول قوس کوتاه

۳- به‌کار گیری قطعه بزرگتر

۴- به‌کارگیری الکترود با قطر کمتر

فعالیت کارگاهی

**تأثیر گرمای بیش از حد بر جوش**

**دستور کار:**

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

۱- **تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

۲- **مواد مورد نیاز:** الکترود E6010 یا E6013 با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر - سه پلیت فولادی با ضخامت‌های متفاوت: پلیت اول: ۳ میلی‌متر- پلیت دوم: ۵ میلی‌متر- پلیت سوم: ۶ میلی‌متر

۳- **نوع تمرین عملی:** حالت اول- ابتدا بر روی پلیت‌ها به‌صورت زنجیره‌ای جوشکاری کنید. جوشکاری در شرایط آمپر، سرعت پیشروی و طول قوس ثابت در هر سه پلیت انجام شود. در انتها این ۳ پلیت را از لحاظ ظاهر، پهنای مهره جوش تقویتی مقایسه کنید.

۴- **حالت دوم**- در این مرحله جوشکاری در شرایطی متفاوت از مرحله اول انجام شود، به‌طوری که آمپر مشابه به حالت قبلی، سرعت پیشروی و طول قوس را تغییر دهید و یک جوش اضافی به روی پلیت اول و پلیت دوم ایجاد کنید، سپس ظاهر جوش، پهنای مهره جوش و .... را با هم مقایسه کنید.

۵- **حالت سوم**- در این مرحله، یک جوش اضافی روی پلیت اول و دوم در شرایط برابر با ابتدای آزمایش، طول قوس و سرعت پیشروی برابر، اما آمپر را تغییر دهید (آمپر را کاهش دهید)، سپس پهنای مهره جوش (گرده جوش) را از لحاظ ظاهری مقایسه کنید.

## طول قوس (ARC LENGTH)

طول قوس به فاصله که قوس باید پرش کند از نوک الکترود روی سطح پلیت یا جوش گفته می‌شود. همانگونه که جوش پیشرفت می‌کند و ادامه می‌یابد الکترود کوتاه‌تر می‌شود یا به عبارتی دیگر مصرف می‌شود. برای ثابت نگهداشتن طول قوس به الکترود باید به طور پیوسته کاهش یابد یعنی به سمت پلیت پایین آورده شود. پایدار نگهداشتن طول قوس بسیار مهم است، و تغییر بزرگ در طول قوس تأثیر منفی برروی جوش خواهد داشت.

زمانی که طول قوس کم می‌شود فاصله انتقال قطره مذاب کاهش یافته در نتیجه الکترود به‌قطعه کار می‌چسبد (شکل ۴-۳۷). جوش‌هایی که در نتیجه طول قوس کوتاه ایجاد می‌شوند، بسیار باریک، محدب و برجسته می‌باشند (شکل ۴- ۳۸).

فاکتورهایی مؤثر بر طول قوس؛ نوع الکترود، طرح اتصال ضخامت فلز و جریان جوشکاری می‌باشند.

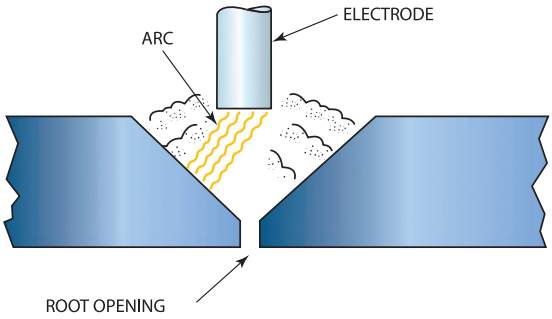



شکل ۴-۳۷: جوشکاری با طول قوس بسیار کم



شکل ۴-۳۸: جوشکاری با طول قوس بسیار زیاد

اتصالاتی که عمیق و باریک هستند، قوس به یک سمت کشیده می‌شود و به ریشه نمی‌رسد ( شکل ۴-۳۹) به عنوان نتیجه ، ذوب ریشه جوش کاهش می یابد یا ممکن است معیوب شود بنابراین موجب ایجاد یک جوش ضعیف خواهد شد، اگر یک طول قوس بسیار کوتاه استفاده شود، قوس به ریشه جوش خواهد رسید و ذوب بهتری اتفاق می‌افتد.

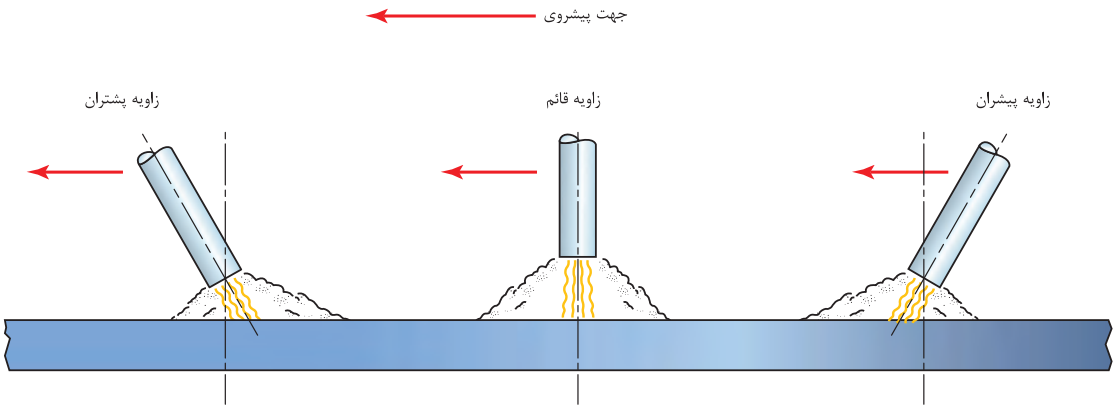



شکل ۴-۳۹: پرش قوس به سمت نزدیکترین جزء، در نتیجه عدم نفوذ در ریشه

به دلیل اینکه قوس های کوتاه، گرما و نفوذ کمتری ایجاد می کنند، آن ها برای جوش کاری فلزات نازک تر و یا اتصال نازک به ضخیم بسیار مناسب هستند. آمپر بالا برای پایدار کردن قوس کوتاه نیاز است تا یک ذوب خوب باحداقل ناخالصی سرباره ای ایجاد کند. بهترین طول قوس مورد نیاز در جوشکاری ۳ میلیمتر است چنانچه وقتی که از الکترود با قطر ۳ میلی‌متر استفاده می شود. اما این فاصله متغیر است . هنگامی شرایط جوش کاری تغییر می کند طول قوس نیز باید تغییر کند.

## زاویه الکترود (ELECTRODE ANGLE)

به زاویه بین الکترود و سطح فلز مورد اتصال، زاویه الکترود گفته می‌شود. البته این زاویه متاثر از جهت پیشروی الکترود (جهت جوشکاری) می‌باشد. بر این اساس زاویه الکترود به دو صورت زاویه پیشران و زاویه پشتران تقسیم می‌کنند (شکل ۴-۴۰).




**شکل ۴-۴۰: جهت پیشروی و زاویه الکترود**

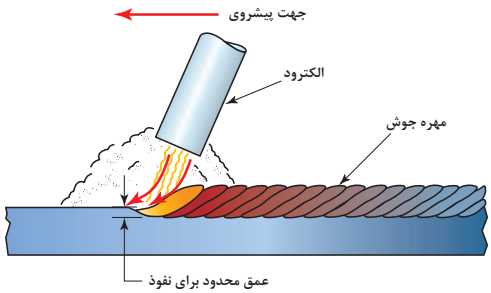
زاویه نسبی مهم است به دلیل اینکه نیروی جت، فلز و سرباره‌ای که از انتهای الکترود خارج می‌شود را به سمت پلیت هدایت می‌کند.

**زاویه پیشروی پیشران(leading angle)**

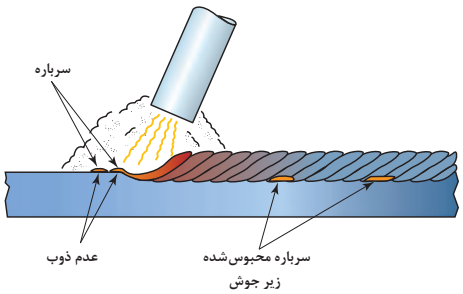
همانطور که در شکل ۴-۴۱ می‌بینید، این زاویه، فلز مذاب و سرباره را به سمت جلو گرده جوش هدایت می‌کند. اگر جوشکاری در حالت افقی انجام می‌شود، باید توجه داشت تا عیب روی هم رفتگی و یا ناخالصی سرباره در جوش ایجاد نشود. همانطور که در شکل ۴-۴۱ می‌بینید فلز جامدی که به جلو جوش هدایت شده، قبل از اینکه سطح فلز پایه ذوب شود، فلز پرکننده و سرباره را سرد و منجمد می‌کند. این سرد شدن سریع، از ذوب شدن فلزات با یکدیگر (فلز پایه و فلز پرکننده) جلوگیری می‌کند (شکل ۴-۴۲). در نتیجه مقدار ناخالصی سرباره‌ای و روی هم رفتگی جوش باقی می‌ماند. به طور کلی برای جلوگیری از باقی ماندن سرباره و بوجود آمدن عیب روی هم رفتگی جوش می‌توانید مانند زیر عمل کنید.

- استفاده از زاویه پیشران کوچک تا حد ممکن،
- مطمئن شوید که قوس فلزات را کاملا ذوب می‌کنند (شکل ۴-۴۳)،
- از الکترود نفوذی برای تشکیل گرده‌های کوچک استفاده کنید،
- قوس را به سمت جلو و عقب حرکت دهید برای ایجاد حوضچه مذاب کامل در دو لبه اتصال،

به طور کلی از زاویه پیشران در جایی که می‌خواهیم نفوذ را کاهش دهیم یا از ریزش فلز مذاب حین جوشکاری عمودی جلوگیری کنیم، استفاده می‌کنیم(شکل ۴-۴۴).



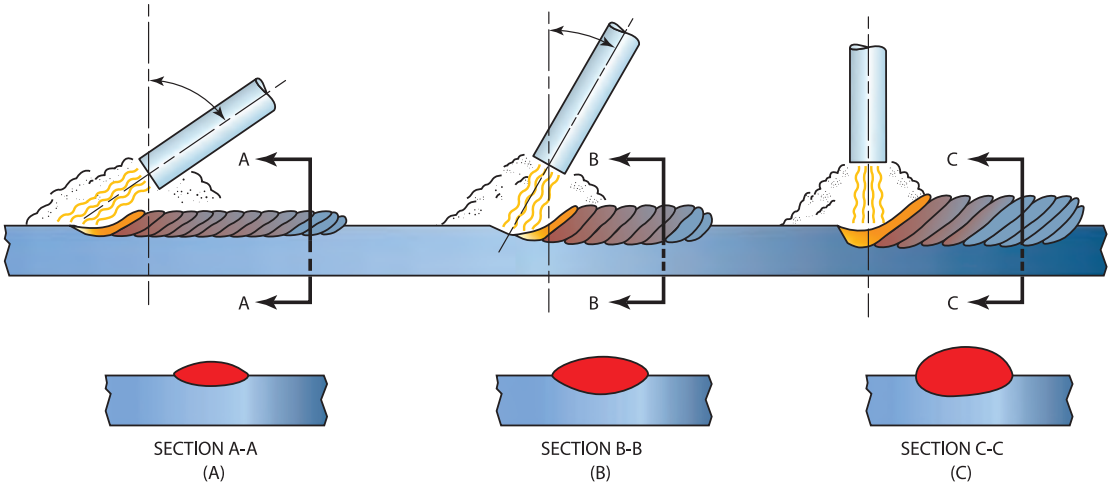

**شکل ۴-۴۱: زاویه پیشران**




**شکل ۴-۴۲: ناخالصی سرباره در جوش**



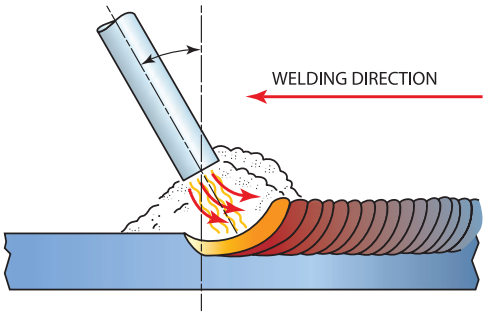

**شکل ۴-۴۳: ذوب کامل**



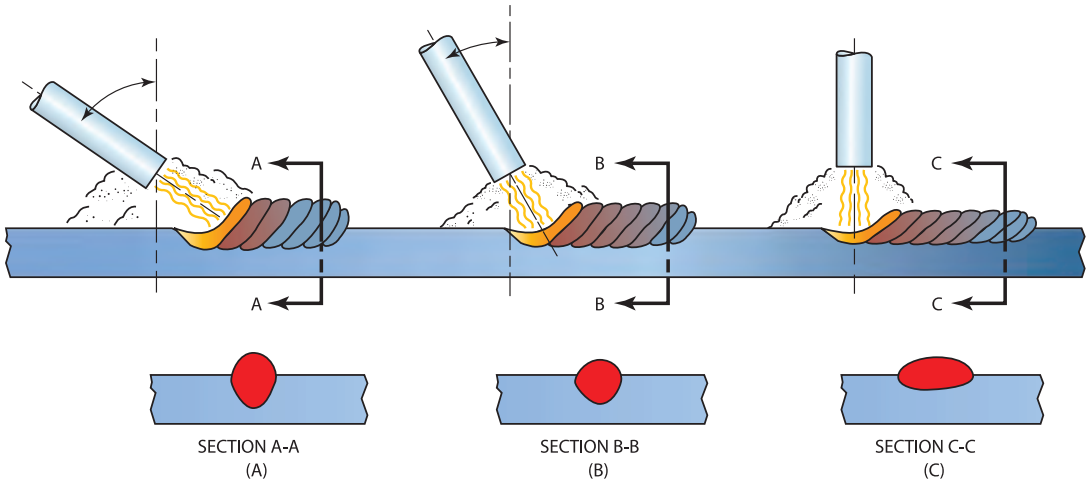

**شکل ۴-۴۴: تاثیر زاویه پیشران روی تشکیل مهره جوش (گرده جوش)، پهنا و نفوذ جوش- با افزایش زاویه به سمت زاویه ۹۰ درجه نفوذ افزایش می‌یابد**

## زاویه پشتران (Trailing Angle)

همانطور که در شکل ۴-۴۵ می‌بینید، جوشکاری با این زاویه موجب می‌شود که فلز مذاب به سمت عقب (پشت حوضچه مذاب) هدایت می‌کند، جایی که سرد و منجمد می‌شود. در حالیکه فلز ذوب شده به پشت حوضچه هدایت می‌شود، قوس الکتریکی مقدار بیشتری از فلز مذاب را ذوب می‌کند، که موجب نفوذ عمیقتر می‌باشد. فلز مذاب، به سمت پشتی جوش سرد و منجمد شده هدایت می‌شود، که این امر موجب تقویت جوش می‌شود (شکل ۴-۴۶).




**شکل ۴-۴۵: زاویه پشتران**




**شکل ۴ـ۴۶ـ تأثیر زاویه پشتران روی مقدار گرده جوش تشکیل شده، پهنا، نفوذ، سطح A-A به دلیل زاویه پیشران بزرگتر الکترود، گرده جوش بیشتر ایجاد شده است.**

فعالیت کارگاهی

## بررسی تأثیر زاویه

**دستور کار:**

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی‌است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

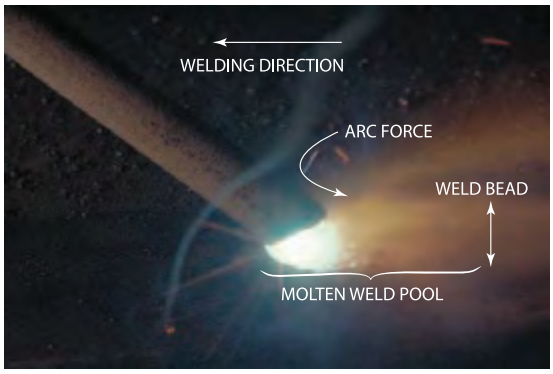
۱- **تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

۲- **مواد مورد نیاز:** الکترود E 6013 با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر ـ پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر

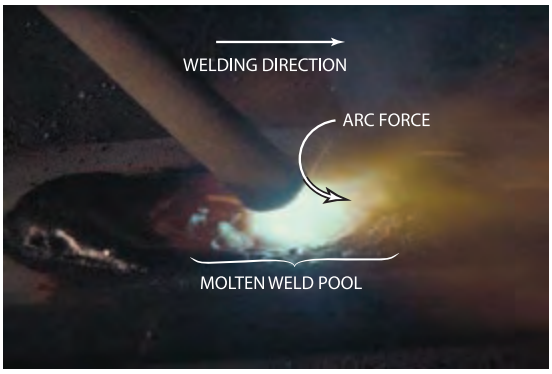
۳- **نوع تمرین عملی:** بررسی تأثیر تغییرات زاویه الکترود بر روی جوش

۴- **جوشکاری را با زاویه پشتران زیاد شروع کنید، در حدود ۲۵ میلی‌متر جوشکاری کنید.** طوری جوشکاری کنید که حوضچه جوش را با چشم ببینید، به آرامی زاویه الکترود افزایش دهید، و تغییرات را به‌روی جوش مشاهده کنید (شکل۴-۴۷).

۵- **هنگامی‌که زاویه به ۹۰ درجه رسید، یک جوش در حدود ۲۵ میلی‌متر ایجاد کنید جوشکاری را با تغییر زاویه الکترود به پیشران ادامه دهید.** به حوضچه جوش در نقاطی که در شکل (شکل ۴-۴۸) آمده است نگاه کنید. در طول جوشکاری، شما باید قوس و سرعت پیشروی را ثابت نگهدارید. در پایان نتایج را تحلیل کنید و به‌صورت یک گزارش ارائه دهید.



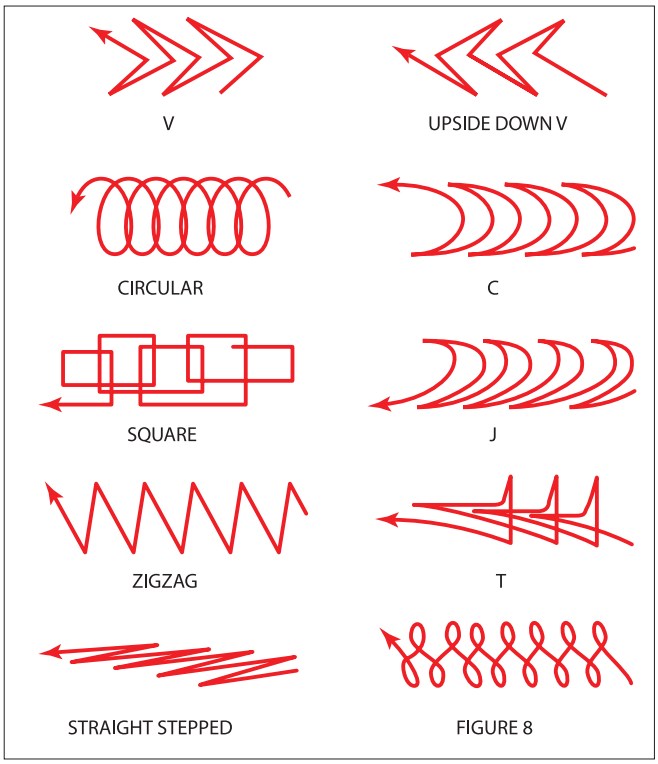

شکل ۴ـ۴۷ـ جوشکاری با زاویه پشتران




شکل ۴ـ۴۸ـ جوشکاری با زاویه پیشران

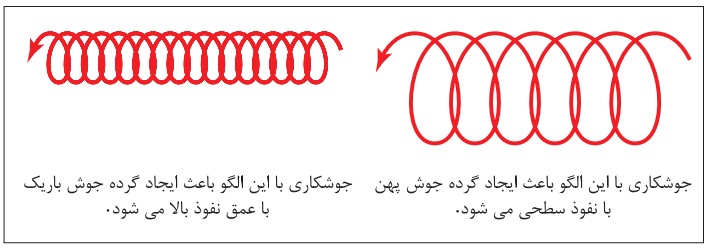
## تکنیک‌های جوشکاری (ELECTRODE MANIPULATION)

جابه‌جایی و حرکت موجی شکل الکترود می‌تواند مشخصه‌هایی مانند نفوذ، پاشنه جوش ، عرض جوش، تخلخل، سوختگی کناره جوش، روی هم افتادگی و ناخالصی سرباره را کنترل کند. نوع الگوی حرکتی برای هر جوش به جوشکار بستگی دارد و بر اساس تجربه فرد انتخاب می‌شود. به‌هرحال، برخی از الگوها برای بعضی از وضعیت‌های جوشکاری مناسب و مفید می‌باشد. الگوهای بسیاری برای جوشکاری وجود دارد که جوشکاران می‌توانند از آن استفاده کنند (شکل ۴-۴۹).



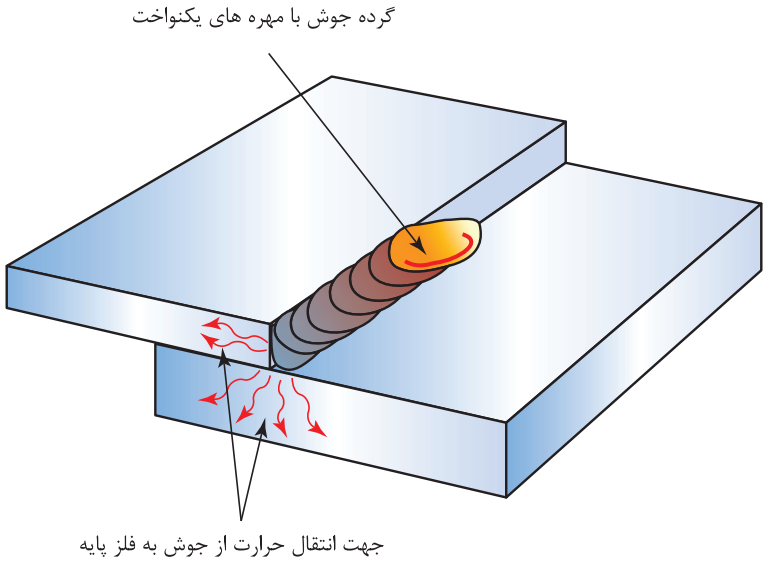

شکل ۴ـ۴۹ـ الگوهای حرکتی موجی شکل

ده نوع الگوی جوش کاری که برای اکثر شرایط های جوشکاری می‌تواند استفاده شود، در شکل ۴-۵۰ آمده است به عنوان مثال ، تکنیک دایره‌ای اغلب برای جوش کاری در حالت تخت برای اتصال لب به لب و سپری مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این الگو برای گرده سازی و پوشش دهی استفاده می‌کنند.



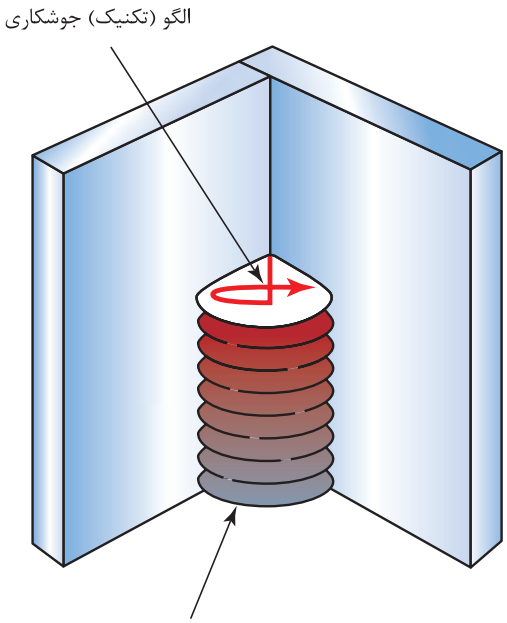

**شکل ۴ـ۵۰ـ الگوی دایره‌ای شکل**

با افزایش پهنای دایره‌ها می‌توان گرده‌ای پهن تر و نیز با نفوذ بالاتر ایجاد کرد(شکل ۴-۵۱). تکنیک دایره‌ای و تخت برای جوشکاری وضعیت تخت مناسب است. همچنین از این الگوها می‌توان در وضعیت عمودی هم استفاده کرد. قابل توجه است که از این تکنیک برای پرکردن اتصالاتی که دارای فاصله بزرگ (گپ بین دو قطعه) هستند، استفاده می‌شود. تکنیکJ برای اتصالات لب روی هم (1F) و همه اتصالات عمودی (3G) و افقی (2F) لب روی هم بسیار خوب جواب می‌دهد مانند شکل ۴-۵۱ این تکنیک باعث می‌شود که گرما روی پلیت‌های ضخیم متمرکز می‌شود.

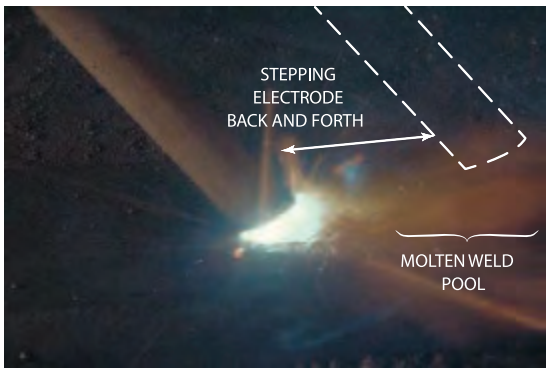



**شکل ۴ـ۵۱ـ الگو J شکل اجازه می‌دهد تا گرما بروی قطعه ضخیم‌تر متمرکز شود.**

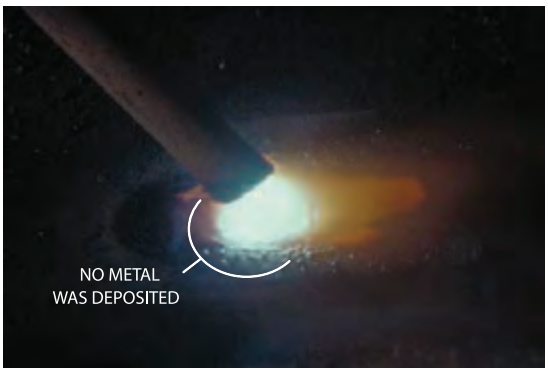
تکنیک (T) در جوش‌های گوشه در حالت‌های (3F) عمودی و (4F) بالای سر کاربرد دارد (شکل ۴-۵۲). همچنین برای جوش‌های شیاری با نفوذ عمیق کاربرد دارد. قسمت بالای تکنیک T برای پرکردن گلویی جوش به‌کار می‌رود برای جلوگیری از سوختگی کناره جوش به‌کار می‌رود. تکنیک مستقیم مرحله‌ای می‌تواند برای جوش‌های محکم، پاس ریشه و چند پاسه برای همه وضعیت‌ها استفاده شود. برای این تکنیک کمترین مقدار فلز در یک زمان در مقایسه با سایر تکنیک‌ها، ذوب می‌شود. در یک زمان مشابه که الکترود به سمت جلو مرحله به‌مرحله حرکت می‌کند، طول قوس افزایش می‌یابد. به‌طوری که هیچ فلزی در جلوی حوضچه جوش رسوب نمی‌کند(شکل۴-۵۳، شکل ۴-۵۴) این عمل اجازه می‌دهد که حوضچه مذاب جوش در یک اندازه قابل کنترل سرد و منجمد شود. علاوه براین، قوس در حالت هر نقطه، روغن، رنگ را از روی سطح فلز می‌سوزاند و ازبین می‌برد قبل از اینکه جوش آلوده شود.




**شکل ۴ـ۵۲ـ الگو T معکوس**

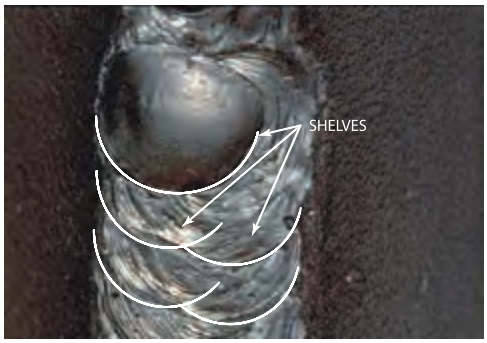



**شکل ۴ـ۵۳ـ الکترود به آرامی‌به سمت جلو می‌رود و دوباره به حوضچه جوش بر می‌گردد.**




**شکل ۴ـ۵۴ـ الکترود نمی‌تواند فلز پایه را ذوب کند و در جوش رسوب نماید.**

الگوهای ۸ شکل و زیگزاگ در وضعیت‌های تخت و عمودی، برای پاس‌های پوششی استفاده می‌شود. این تکنیک‌ها دارای نرخ رسوب بالایی می‌باشند و در حین استفاده از آنها نباید تعداد دفعات موج بیشتر از ۱/۲-۲ برابر قطر الکترود شود (شکل ۴-۵۵).




**شکل ۴-۵۵- استفاده از شلف (مهره‌های بزرگ) برای محافظ از حوضچه جوش**

فعالیت کارگاهی

### گرده سازی و ایجاد خط جوش در وضعیت افقی با الکترودهای E7018, E6013, E6010

**دستور کار:**

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی‌است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

۱- **تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

۲- **مواد مورد نیاز:** الکترود هایی با قطر ۳,۲۵ میلی‌متر- پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

۳- **شروع جوشکاری از انتهای پلیت و ایجاد یک خط جوش مستقیم در طول کل پلیت**

۴- **در حین جوشکاری به حوضچه جوش نگاه کنید** (از ماسک و کلاه جوشکاری استفاده کنید)

۵- **این کار را برای هریک از الکترودهای بالا تکرار کنید** (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش)

۶- **پلیت را سرد کنید،** سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟

۷- **در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن درحال کار بوده‌اید را تمیز کنید** و ته‌مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی درنظر گرفته شده، قرار دهید.

فعالیت کارگاهی

### گرده سازی و ایجاد خط جوش در وضعیت عمودی با الکترودهای E7018, E6013, E6010

**دستور کار:**

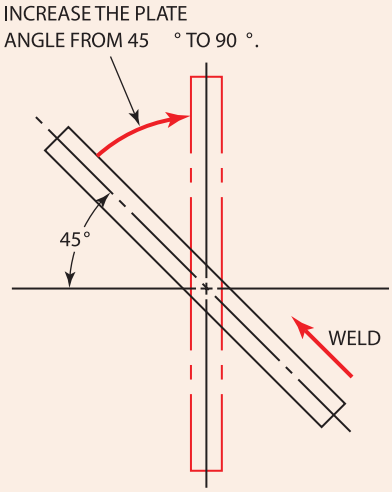
قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی‌است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

۱- **تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

۲- **مواد مورد نیاز:** الکترود هایی با قطر ۳,۲۵ میلی‌متر- پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

۳- **گرده سازی و ایجاد خط جوش در وضعیت عمودی**- برای شروع زاویه الکترود را در حالت ۴۵ درجه

قرار دهید و جوشکاری کنید.
این تکنیک شبیه همان جوشکاری در وضعیت عمودی است، با این‌حال مهارت کمتری نسبت به وضعیت عمودی نیاز دارد، و این روش کمک می‌کند که مهارتتان را افزایش دهید. پس از کسب مهارت در این حالت، زاویه را به آرامی در چند مرحله افزایش دهید تا به وضعیت عمودی برسید (شکل ۴-۵۶ ).
**۴- پلیت را سرد کنید،** سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را برای هر یک از الکترودهای بالا تکرار کنید (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش) تا مهارت در ایجاد خط جوش در وضعیت عمودی را کسب کنید.
**۵- در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن درحال کار بوده‌اید را تمیز کنید** و ته‌مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی درنظر گرفته شده، قرار دهید.




**شکل ۴ـ۵۶ـ افزایش زاویه تمرین ایجاد خط جوش از ۴۵ به ۹۰ درجه**

فعالیت کارگاهی

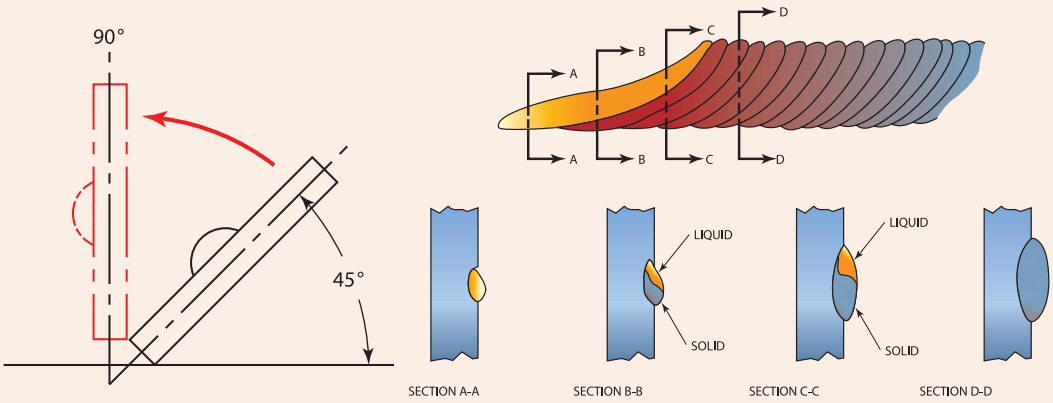
## گرده‌سازی و ایجاد خط جوش در وضعیت افقی با الکترودهای E7018, E6013, E6010

**دستور کار:**
قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی‌است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:
**۱- تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب
**۲- مواد مورد نیاز:** الکترود هایی با قطر ۳,۲۵ میلی‌متر- پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

۳- گرده‌سازی و ایجاد خط جوش در وضعیت افقی- همانطور که در شکل ۴-۵۷ نشان داده شده، قطعه ابتدا باید در زاویه ۴۵ درجه قرار گیرد و سپس به آرامی‌به زاویه ۹۰ درجه برسد، سعی کنید حداقل سه زاویه متفاوت را تست کنید تا به وضعیت افقی برسید، این تکنیک به شما کمک می‌کند تا به مهارت مورد نیاز برای جوشکاری در حالت افقی برسید. الگو J برای جوشکاری در این حالت بسیار مناسب می‌باشد (شکل ۴-۵۸).

۴- پلیت را سرد کنید، سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را برای هریک از الکترودهای بالا تکرار کنید (گرده سازی و ایجاد خط جوش) تا مهارت در ایجاد خط جوش در وضعیت افقی را کسب کنید.

۵- در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن در حال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.




شکل ۴-۵۸- پیشرفت جوشکاری در حالت افقی



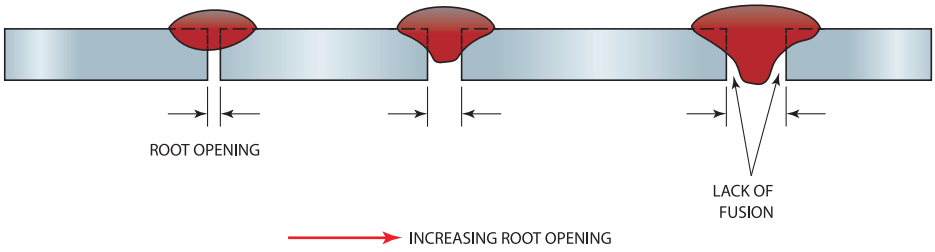

شکل ۴-۵۷- تغییر زاویه الکترود همزمان با افزایش مهارت

## اتصال لب به لب مربعی (SQUARE BUTT JOINT)

همان‌طور که در شکل ۴-۵۹ می‌بینید، دو پلیت به‌وسیله جوش مقطعی (Tack Weld) به یکدیگر متصل می‌شوند. به فاصله بین دو پلیت ریشه باز یا شکاف ریشه گفته می‌شود. تغییر در اندازه ریشه باز تأثیر بر نفوذ جوش می‌گذارد. با افزایش فاصله بین دو قطعه، مقدار نفوذ نیز افزایش می‌یابد. مقدار ریشه باز برای اکثر اتصالات بین ۰ تا ۳ میلی‌متر می‌باشد. ریشه باز بسیار بزرگ باعث سوختگی در ریشه جوش می‌شود (شکل ۴-۶۰).



**شکل ۴ـ۵۹ـ مقطعی باید کوچک و یکنواخت باشد تا تأثیر به جوش نهایی نداشته باشد.**




**شکل ۴ـ۶۰ـ اثر ریشه باز بر روی نفوذ جوش**

فعالیت کارگاهی

### جوشکاری اتصال لب به لب مربعی در وضعیت تخت با الکترودهای E7018, E6013, E6010

**دستور کار:**

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش بند چرمی‌است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

۱- **تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

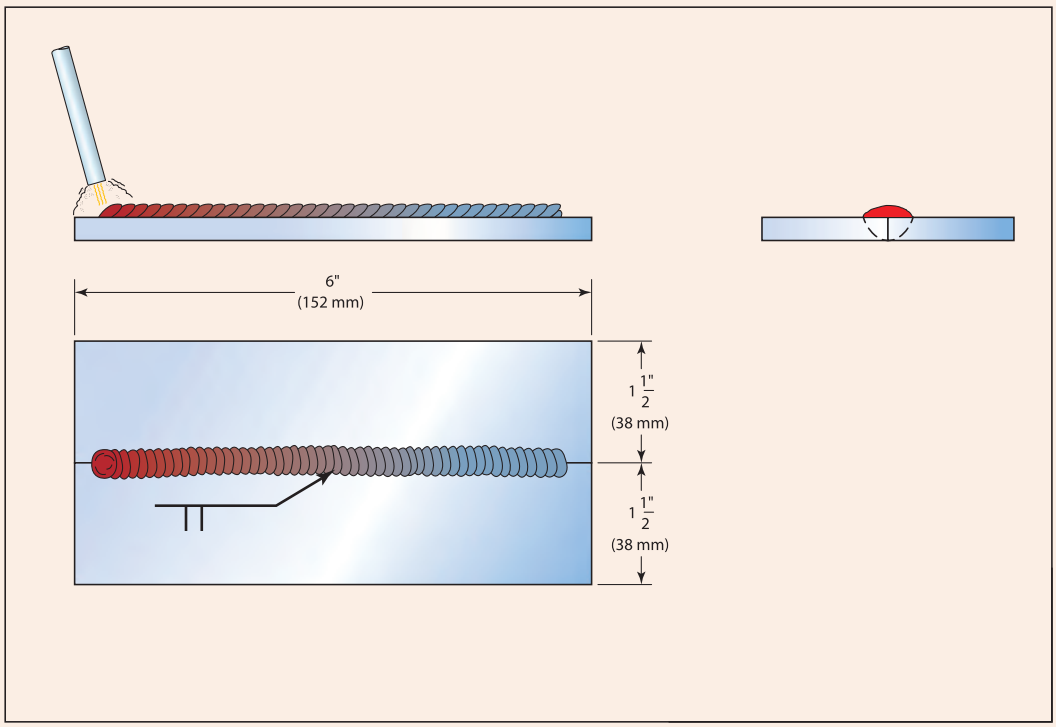
۲- **مواد مورد نیاز:** الکترود هایی با قطر ۳,۲۵ میلی‌متر- پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

۳- ایجاد اتصال لب به لب در حالت تخت (نقشه ۴-۲)

ابتدا دو پلیت را با جوش مقطعی یا خال جوش بر روی میز جوشکاری به یکدیگر به صورت جزئی متصل کنید. قوس را در دو انتهای پلیت قوس برقرار کنید و یک حوضچه جوش بین دو پلیت تشکیل دهید، الکترود را در حوضچه نگه دارید تا اتصال برقرار شود. بعد از ایجاد یک پل ارتباطی بین دو پلیت به واسطه خال جوش زدن، الکترود را به صورت موجی شکل در طول اتصال حرکت دهید.

توجه داشته باشید که حین جوشکاری نباید الکترود را در عرض اتصال حرکت دهید، در این صورت سرباره در داخل جوش محبوس خواهد شد و عیب ناخالصی ایجاد خواهد شد (شکل ۴-۶۱).

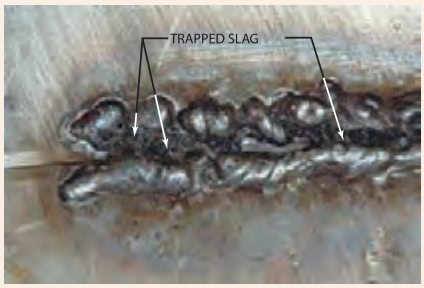
نقشه شماره ۴-۲




کل طول ۱۵۲ میلی‌متر پلیت را جوشکاری کنید، معمولاً در این نوع اتصالات نیازی به نفوذ کامل نمی‌باشد. توجه داشته باشید که اگر نیاز به نفوذ عمیق بود، دو راه وجود دارد، ۱- افزایش فاصله بین پلیت ۲- آماده‌سازی لبه‌ها که اصطلاحاً پخ‌سازی می‌نامند، یعنی لبه پلیت را زاویه بدهیم.

۴- پلیت را سرد کنید، سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را برای هریک از الکترودهای بالا تکرار کنید (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش) تا مهارت در جوشکاری دو پلیت به‌صورت لب به لب مربعی در وضعیت تخت را کسب کنید.

۵- در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن درحال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته‌مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی درنظر گرفته شده، قرار دهید.




**شکل ۴ـ۶۱ـ عیب ایجاد شده در اثر حرکت سریع الکترود در عرض جوش**

فعالیت کارگاهی

**جوشکاری اتصال لب‌به‌لب مربعی در وضعیت عمودی با الکترودهای E7018, E6013, E6010**

**دستور کار:**

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی‌است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

۱- **تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

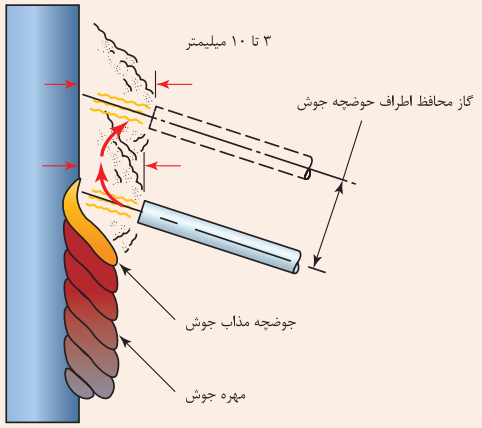
۲- **مواد مورد نیاز:** الکترود هایی با قطر ۳,۲۵ میلی‌متر- پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

۳- ایجاد اتصال لب به لب درحالت زاویه ۴۵ درجه، جوشکاری را از انتهای لبه پایینی پلیت شروع کنید، قبل از آن انتهای دو پلیت را در ناحیه اتصال خال جوش بزنید تا بهم متصل شوند. در این حالت از الگوهای C و J برای جوشکاری در این حالت استفاده کنید (نقشه شماره ۴-۳).

همانطور که در شکل ۴-۶۲ نشان داده شده، هنگامی‌که الکترود به سمت بالای جوش حرکت می‌کند، طول قوس به‌آرامی‌افزایش می‌یابد که نتیجه آن نرخ رسوب فلز مذاب در ناحیه اتصال می‌باشد، بنابراین هنگامی‌که الکترود را مجدد به‌سمت جوش برمی‌گردانید، باید طول قوس را کاهش دهید تا فلز مذاب رسوب کند. توجه داشته باشید که جوشکاری درحالت عمودی کمی‌دشوار است، از اینرو برای افزایش مهارتتان باید پلیت‌ها را در زاویه ۴۵ درجه قرار دهید، و درصورت کسب مهارت در این وضعیت زاویه قرارگیری پلیت را افزایش دهید تا به وضعیت عمودی برسید، و در نهایت تمرین را در وضعیت عمودی ادامه دهید.

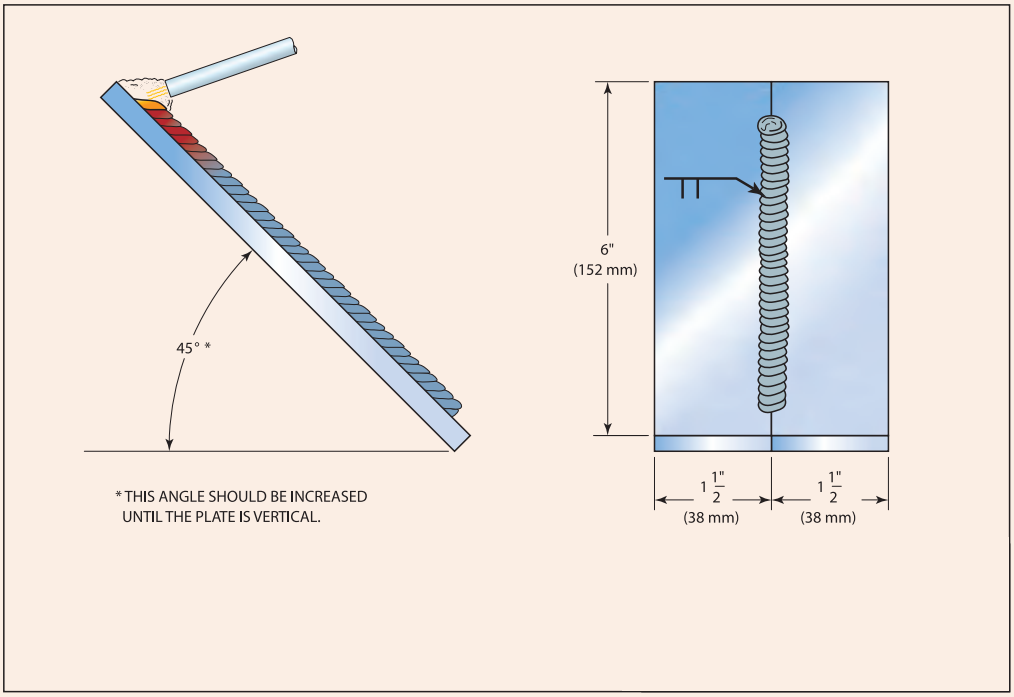
۴- پلیت را سرد کنید، سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را برای هریک از الکترودهای بالا تکرار کنید (گرده سازی و ایجاد خط جوش) تا مهارت در جوشکاری دو پلیت به صورت لب به لب مربعی در وضعیت عمودی را کسب کنید.

۵- در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن درحال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی درنظر گرفته شده، قرار دهید.




**شکل ۴ـ ۶۲ـ تکنیک حرکت دست در حالت عمودی**

نقشه شماره ۴-۳



## ارزشیابی پایانی

**شرح کار:**
**۱. ایجاد دو گرده جوش خطی موازی با فاصله محوری ۲ میلی متر و پر کردن میان آن دو با تکنیک جوش نوسانی**

**استاندارد عملکرد:**
**جوشکاری خطی و یا اتصال دو صفحه با طرح اتصال مربعی با تکنیک خطی یا نوسانی با کارگیری دستگاه جوش الکترود دستی برابر WPS**

**شاخص‌ها:**
**تنظیم شدن جریان برابر جدول – جوشکاری و کنترل آن برابر نقشه**
**انتخاب الکترود برابر WPS – کنترل ابعاد اندازه ها برابر نقشه**

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه جوشکاری الکترود دستی استاندارد با تهویه و نور کافی مجهز به سیستم سرمایشی و گرمایشی**

**شرایط: زمان: ۱ ساعت**

**ابزار و تجهیزات: دستگاه جوشکاری، پلیت، الکترود E۶۰۱۳ و لوازم جانبی ایمنی فردی**

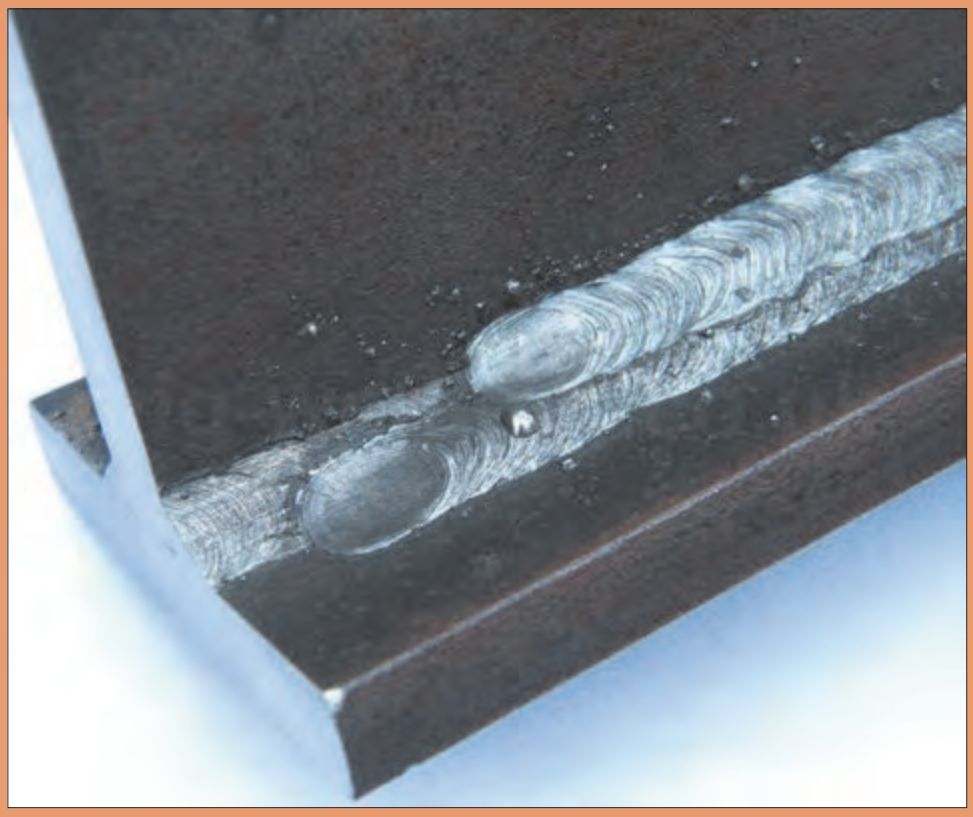
**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | آماده سازی | ۱ | |
| ۲ | گرده سازی | ۲ | |
| ۳ | کنترل نهایی | ۱ | |
| ۴ | | | |
| ۵ | | | |
| | **شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:**<br>استفاده از لوازم ایمنی کار فردی-رعایت ایمنی در هنگام کار با دستگاه جوشکاری- توجه به نکات زیست محیطی | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است .

# پودمان ۵

# جوشکاری گوشه



ساخت سازه‌های عظیم فلزی یکی از نشانه‌های پیشرفت تکنولوژی بشری می‌باشد. از جمله مهمترین ساخت بناهای عظیم، اتصال اجزاءِ گوناگون سازه‌ها به یکدیگر با کمک فرایند جوشکاری است. در این پودمان انواع طرح‌های اتصال و تکنیک‌های جوشکاری آنها به یکدیگر معرفی شده است.

# واحد یادگیری ۵

## شایستگی جوشکاری گوشه با الکترود دستی

همانطور که قبلا آموخته اید، نقشه ها به عنوان زبان فنی در صنعت معرفی می‌شوند، نه تنها در کارهای خمکاری، برشکاری و ورقکاری نقشه به عنوان مرجع اطلاعات ساخت می باشد، بلکه در جوشکاری نیز از اهمیت بسزایی برخوردار است. از این‌رو، در ابتدا این واحد یادگیری انواع اتصال، انواع جوش و علائم نقشه خوانی ارائه شده است، سپس کاربرد جوشکاری گوشه، تکنیک جوش گوشه و مهارت های مورد نیاز برای رسیدن به شایستگی در جوش گوشه بیان شده است.

### استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی جوشکاری گوشه هنرجویان قادر به تنظیم و راه‌اندازی دستگاه جوشکاری و جوشکاری گوشه بر روی پلیت های فولادی در وضعیت‌های مختلف بـا فرایند الکترود بر اساس نقشه و استاندارد خواهند بود.

## تفاوت بین نوع اتصال و نوع جوش در چیست؟

### انواع اتصال

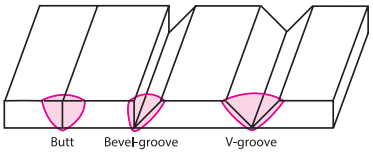
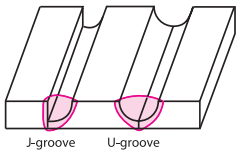
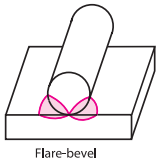
انجمن جوشکاری امریکا (AWS)[1] اتصال را به‌عنوان شیوه‌ای که به‌واسطه آن مواد را می‌توان به یکدیگر متصل نمود، معرفی می‌کنند. شکل ۵ـ۱ پنج نوع اتصال پایه و مبنا در جوشکاری را نشان می‌دهد.

- اتصال لب به لب (Butt joint)
- اتصال سه پری (Tjoint)
- اتصال لب روی هم (Lap joint)
- زاویه خارجی (Corner joint)
- اتصال لبه‌ای (Edge joint)

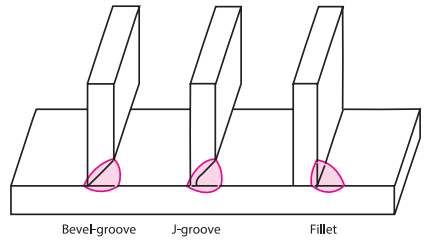
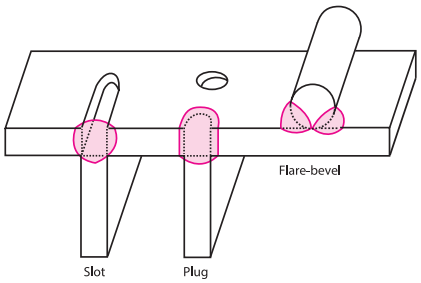
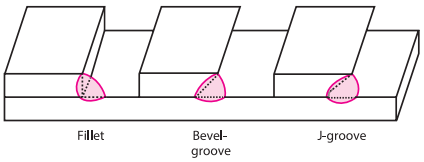
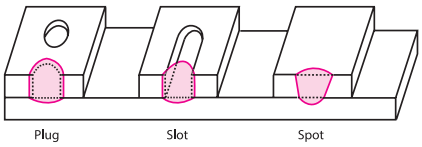
### انواع جوش

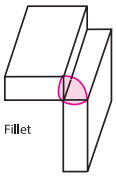
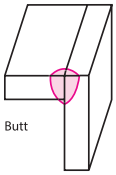
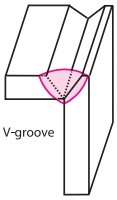
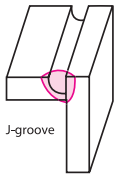
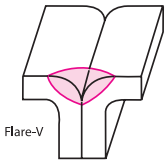
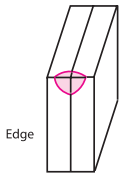
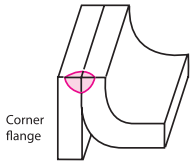
انواع مختلفی از جوش‌ها وجود دارند که می‌توان با هر یک پنج نوع اتصال اصلی ایجاد کرد، و شامل موارد زیر است:

شکل ۵ـ۱ـ انواع جوش بر اساس نوع اتصال

| نوع اتصال | نوع جوش | شکل اتصال |
|---|---|---|
| اتصال لب به لب (Butt joint) | Square_groove butt weld |   |
| | Bevel_groove butt weld | |
| | V_groove butt weld | |
| | J_groove butt weld |   |
| | U_groove butt weld | |
| | Flare_V_groove butt weld |   |
| | Flare_bevel_groove butt weld |   |

۱- The American Welding Society

| | | |
|---|---|---|
| اتصال سه‌پری (T-joint) | Fillet weld |  |
| | Plug weld | |
| | Slot weld | |
| | Bevel_groove weld | |
| | J_groove weld |  |
| | Flare_bevel_groove weld | |
| | Melt_through weld | |
| اتصال لب روی هم (Lap joint) | Fillet weld |  |
| | Plug weld | |
| | Slot weld | |
| | Spot weld |  |
| | Bevel_groove weld | |
| | J_groove weld | |
| | Flare_bevel_groove weld | |

| | | |
|---|---|---|
|  | Fillet weld | زاویه خارجی (Corner joint) |
|  | Square_groove weld or butt weld | |
|  | V_groove weld | |
|  | J_groove weld | |
|  | Flare_V_groove weld | |
|  | Edge weld | |
|  | Corner_flange weld | |

فعالیت

با توجه به اطلاعات داده شده در جدول بالا، جدول زیر را تکمیل کنید، برای ترجمه کلمات از انگلیسی به فارسی می‌توانید از Google Translate استفاده کنید.

قابل توجه است که این دیکشنری آنلاین کلمات را به‌صورت عمومی ترجمه می‌کند، از این رو برای درک معانی داده شده می‌توانید واژه‌ها را در قسمت Google Image جست‌وجو کنید تا دیدن تصویر مربوط به آن کلمه درک بهتری از آن پیدا کنید.

علاقه‌مندان به دیکشنری‌های آنلاین در زمینه جوشکاری، به آدرس زیر مراجعه کنند:

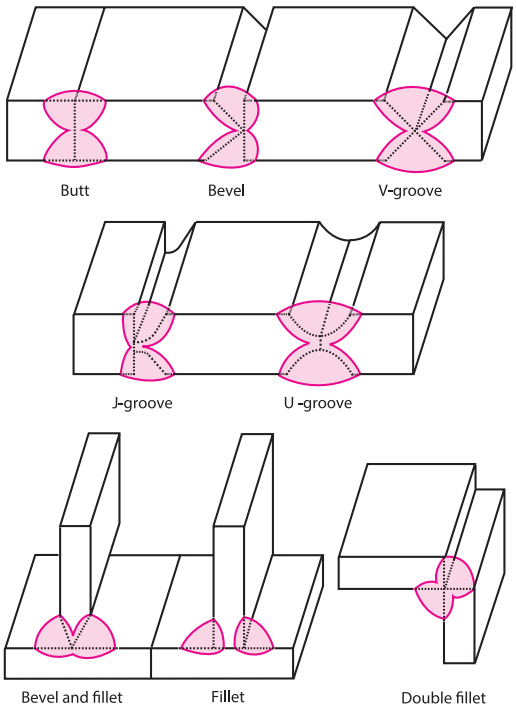
www.millerwelds.com/resources/welding-resources/welding-dictionary

برای تکمیل جدول زیر، به مثال توجه کنید. شما باید از جداول بالا واژه انگلیسی مورد نظر انتخاب کنید و ضمن ترجمه آن، بگویید جزء کدام نوع از اتصالات می‌باشد.

| نوع جوش | | نوع اتصال | |
|---|---|---|---|
| English | فارسی | English | فارسی |
| Fillet weld | جوش گوشه | T_Joint | اتصال سپری |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

## جوش‌های دو طرفه (Double Welds)

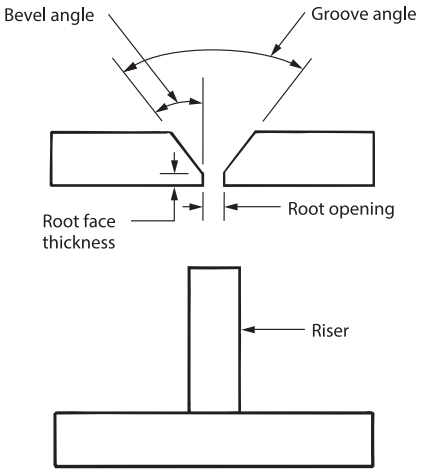
در برخی موارد، جوش و اتصال از یک طرف امکان‌پذیر نمی‌باشد. هنگامی‌که اتصال از دو طرف قطعه ایجاد شود، به این نوع جوش، جوش دوطرفه می‌گویند. شکل ۵ـ۲ کاربردهای متداول جوش‌های دوطرفه را نشان می‌دهد.




**شکل ۵ـ۲ـ کاربرد جوش‌های دوطرفه**

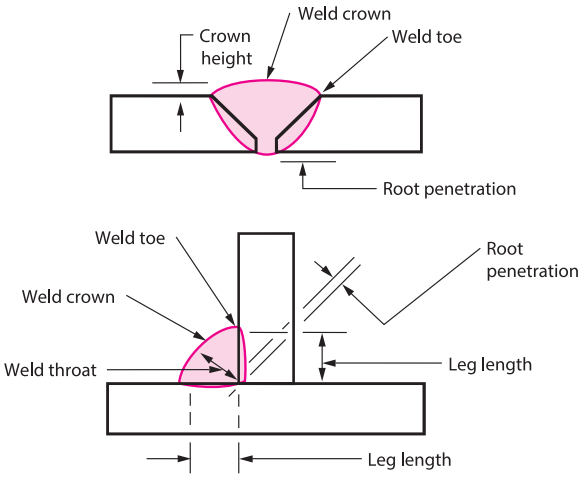
## چگونه اطلاعات مورد نیاز برای جوشکاری را به‌دست آوریم؟

ارتباط بین طراح جوش و جوشکار برای ایجاد یک اتصال کامل، بسیار مهم است. برخی از واژه‌های متداول که برای توصیف اتصالات جوش به‌کار می‌رود در شکل ۵ـ۳ نشان داده شده است. واژه‌های دیگر را در شکل ۵ـ۴ می‌بینید.

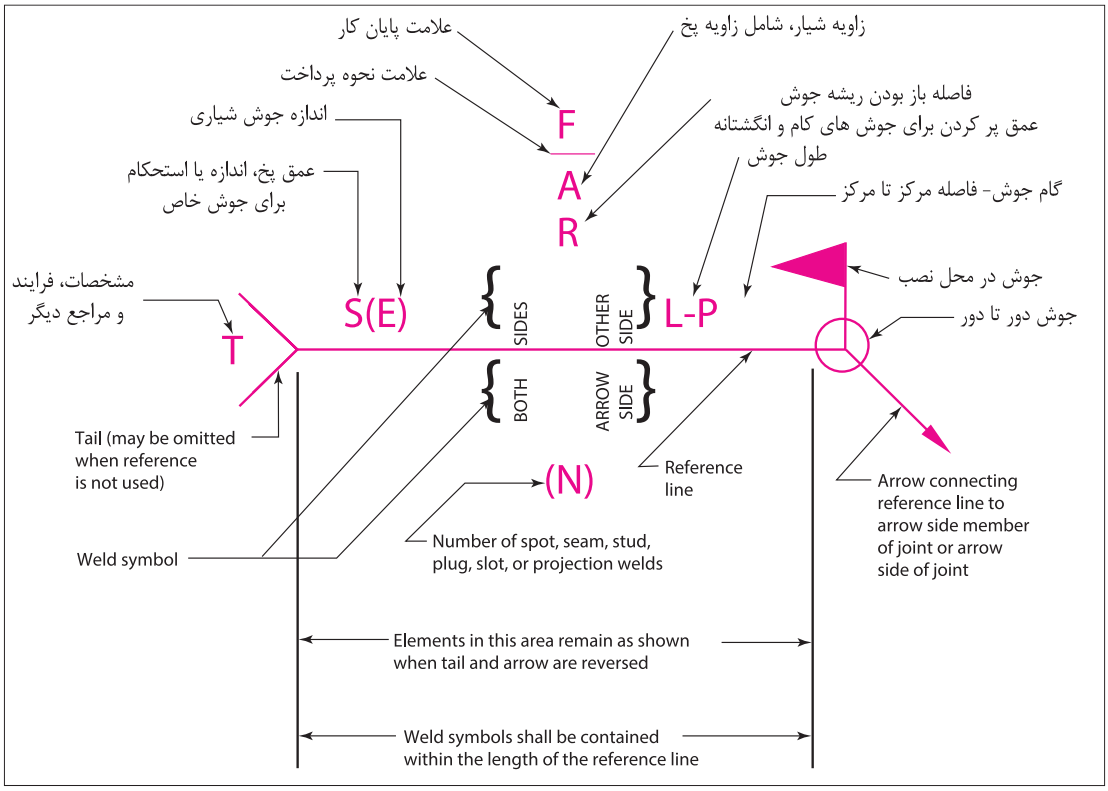



**شکل ۵ـ۳ـ واژه‌های مربوط به اتصال جوشی**

علائم جوش کاری طبق AWS در شکل ۵ـ۵ نشان داده شده است. این علائم در نقشه‌ها برای نشان دادن نوع اتصال و وضعیت جوشکاری و نوع جوش استفاده می‌شود.




**شکل ۵ـ۴ـ واژه‌های مربوط به جوش و نواحی آن**

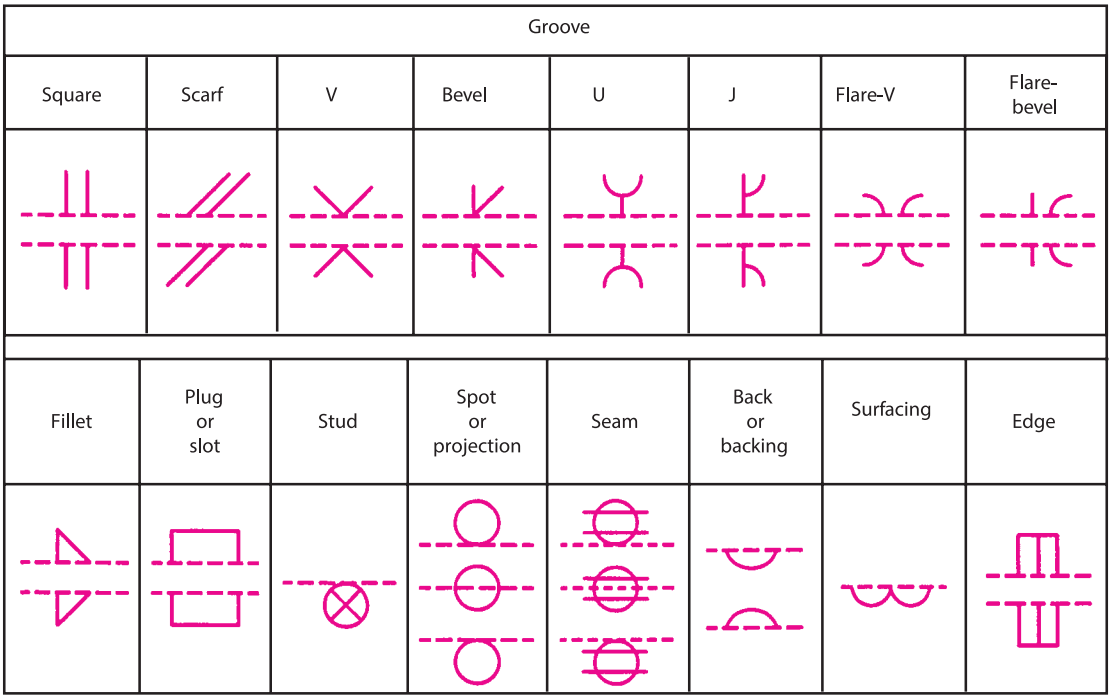



**شکل ۵ـ۵ـ علائم جوش طبق AWS**

همچنین این علائم شامل اطلاعات دیگر شامل تعداد جوش تمام شده می‌باشد. بسیار حائز اهمیت است که قسمت‌های مختلف علائم جوش درک شود. شکل ۵ـ ۶ علائم پایه‌ای جوش که با علائم AWS برای هدایت جوشکارها استفاده می‌شود، را نشان می‌دهد.

فعالیت

در شکل ۵-۵ برخی از علائم به زبان انگلیسی آمده است، به کمک منابع اینترنتی معتبر علائم را به زبان فارسی ترجمه کنید.

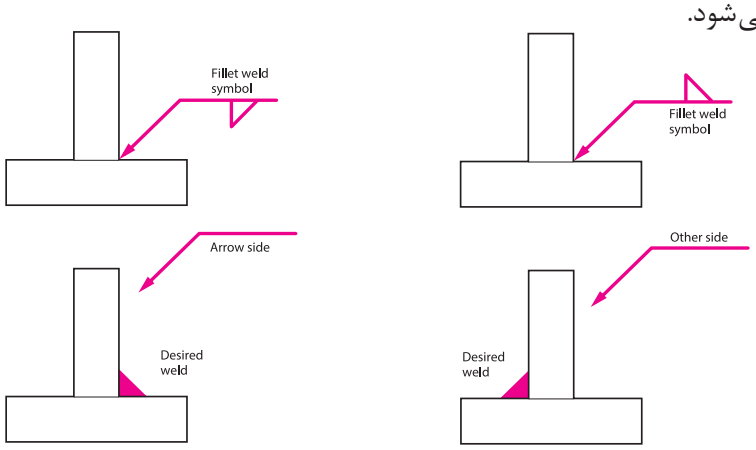



**شکل ۵ـ۶ـ علائم جوش طبق AWS**

## راهنمای خواندن علائم از روی نقشه

علامت فلش بر روی نقشه‌ها نشان‌دهنده نقطه یا منطقه‌ای است که جوشکاری باید انجام شود. همچنین خط راست متصل به فلش را خط مرجع می‌نامند که همیشه در یک زاویه است.

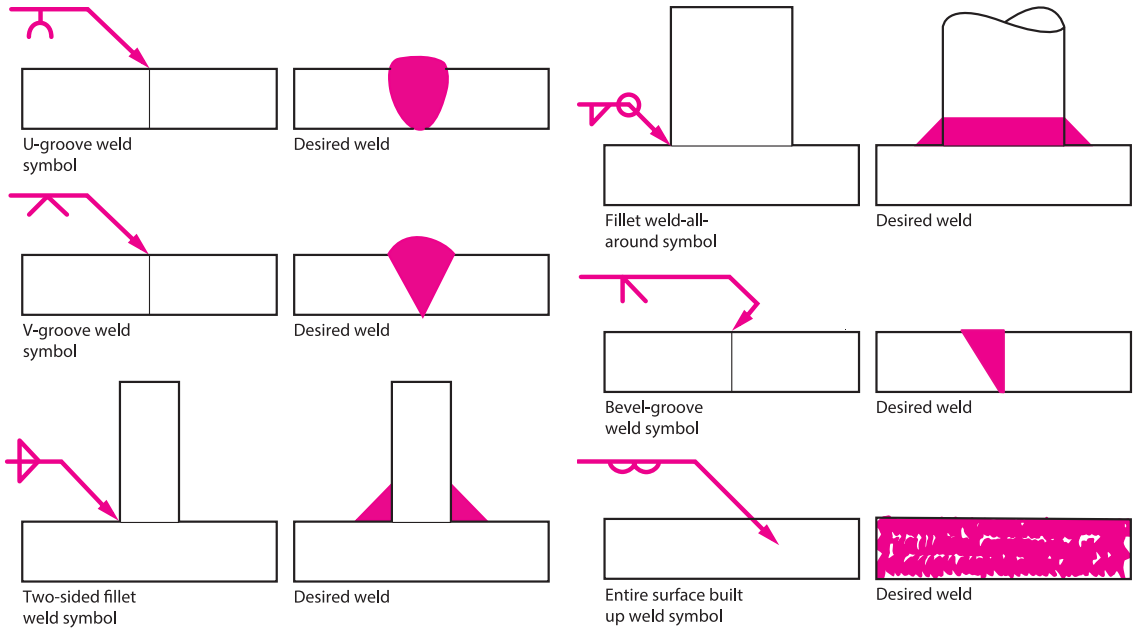
- با توجه به شکل ۵ـ۷، هنگامی‌که علائم پایه‌ای جوش در زیر خط مرجع باشند، جوش در مکانی که فلش قرار دارد ایجاد می‌شود.
- هنگامی‌که علائم بالای خط مرجع قرار گیرند، جوش در سمت دیگر اتصال (در سمت مقابل جایی که فلش قرار دارد)ایجاد می‌شود.




**شکل ۵ـ۷ـ شیوه نشان دادن مکان جوش بر روی خط مرجع در جوش گوشه (Fillet)**

● با قرار دادن ابعاد و اندازه روی علائم، اندازه و ابعاد واقعی جوش مشخص می‌شود. مثال‌هایی از علائم و جوش و قطعات به هم جوش خورده در شکل ۵ـ۸ می‌بینید.

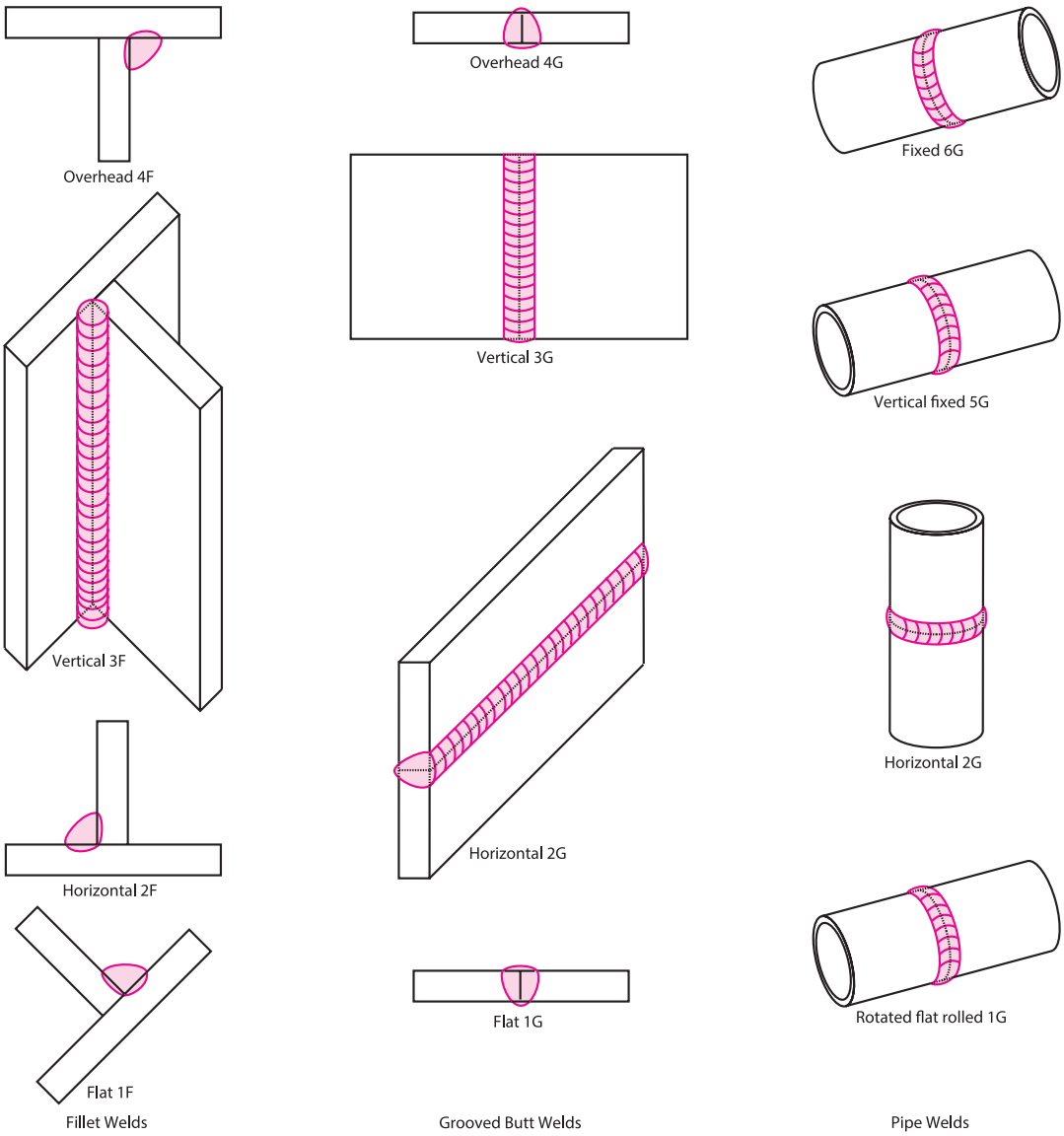
علائم جوش کامل یک سری دستورالعمل‌هایی به جوشکار می‌دهد که چطور فلز پایه را آماده کند، فرایند جوشکاری را استفاده کند و جوش را کامل کند. طراح جوش می‌تواند از طریق استفاده دقیق از علائم جوش، کلیه اطلاعات مورد نیاز برای اتصال قطعات را منتقل کند.




**شکل ۵ـ۸ـ علائم متداول جوش و کاربرد آنها**

## وضعیت‌های جوش (Welding Position)

برای یک جوشکار، بسیار حائز اهمیت است که توانایی جوشکاری در وضعیت‌های مختلف را داشته باشد. AWS وضعیت‌های جوشکاری را به‌صورت تخت، افقی، عمودی و بالای سر معرفی می‌کند. شکل ۵ــ۹ چهار وضعیت جوش را برای جوش‌های گوشه، جوش‌های لب‌به‌لب شیاری و جوش‌های لوله نشان می‌دهد. هنگام تمرین جوشکاری در این وضعیت‌ها، باید به این نکته توجه کنیم که تأثیر جاذبه بر حوضچه جوش و توزیع حرارت در هر وضعیت متفاوت است.




**شکل ۵ــ۹ــ وضعیت‌های جوش معرفی شده توسط AWS**

## نوع اتصال و جوش در طراحی اهمیت بسزایی دارند

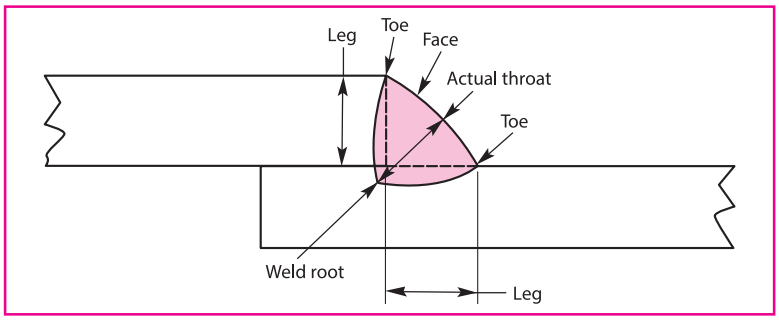
یکی از فاکتورهای اولیه و مهم در اتصال قطعات به یکدیگر، طراحی نوع جوش و نوع اتصال است. جوش باید با یک هزینه معقول و مقرون به‌صرفه ایجاد شود. فاکتورهای متعددی که در رابطه با طراحی باید در نظر گرفت، شامل:

- نوع مواد و شرایط آن
- شرایط کاری
- خواص مکانیکی و فیزیکی جوش نهایی
- آماده‌سازی و هزینه جوشکاری
- مونتاژ قطعات و دسترسی برای جوشکاری
- ابزار و تجهیزات

به‌طور کلی با توجه نوع کاربرد، نوع سازه و سهولت در دسترس، نوع جوش متغیر است. یکی از پر کاربردترین نوع جوش، جوش گوشه می‌باشد که بیشتر در رابطه با آن خواهیم آموخت.

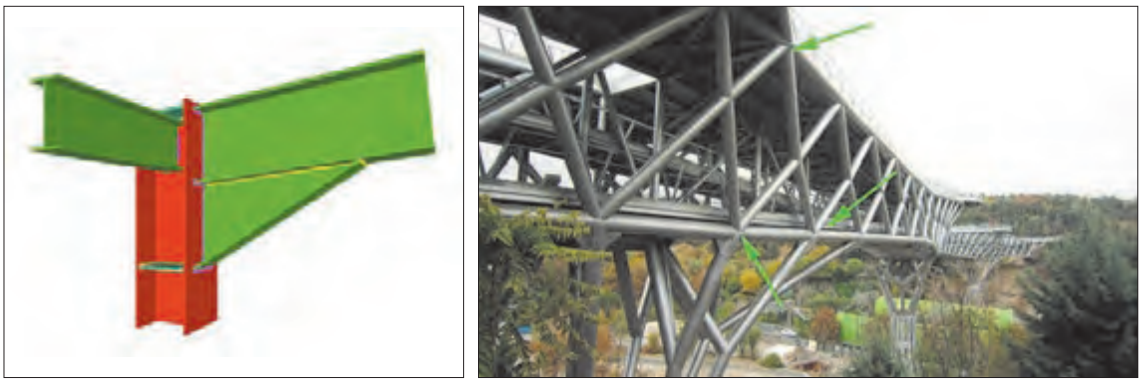
### جوش گوشه (Fillet Welds)

معمولاً جوش‌های گوشه در مواقعی که دو سطح (فرض دو پلیت) عمود بر هم یا با هم در یک زاویه قرار دارند، به‌کار می‌رود (شکل ۵ـ۱۰). این جوش‌ها تقریباً به‌صورت مثلثی هستند. همان‌طور که در شکل ۵ـ۱۰ می‌بینید، بخش‌های مختلف این جوش شامل؛ ریشه جوش، ساق جوش، گلویی جوش و سطح گرده‌جوش می‌باشند. کوتاه‌ترین فاصله بین ریشه جوش و سطح جوش را گلویی مؤثر می‌نامند. گلویی مؤثر بر روی استحکام جوش تأثیر مستقیم دارد.



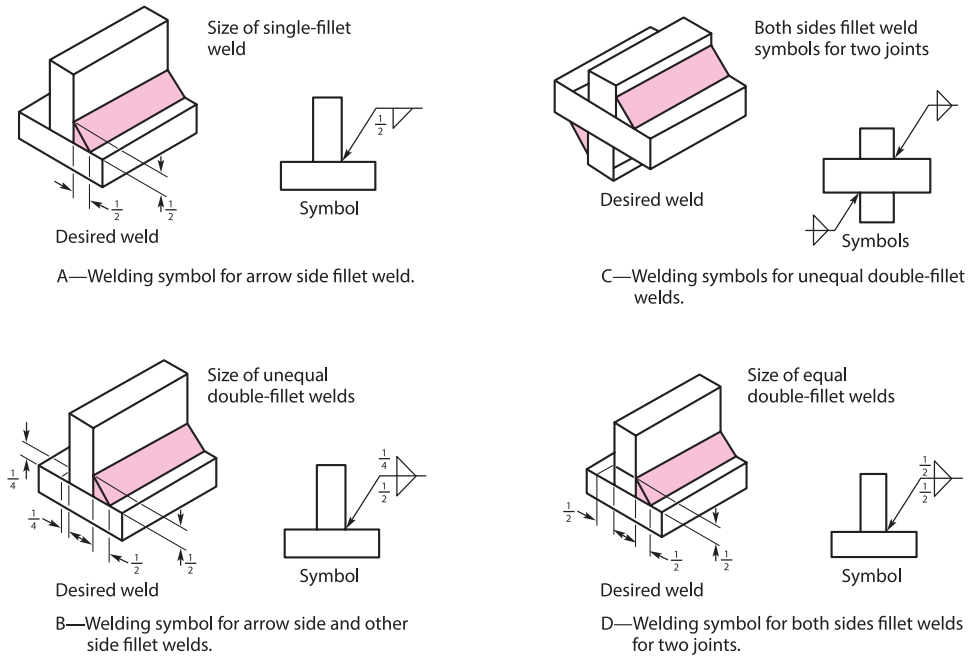

**شکل ۵ـ۱۰ـ قسمت‌های مختلفی از جوش گوشه**

شکل ۵ـ۱۱ برخی از کاربردهای جوش گوشه را در سازه‌های فلزی نشان می‌دهد.



**شکل ۵ـ۱۱ـ کاربرد جوش گوشه**

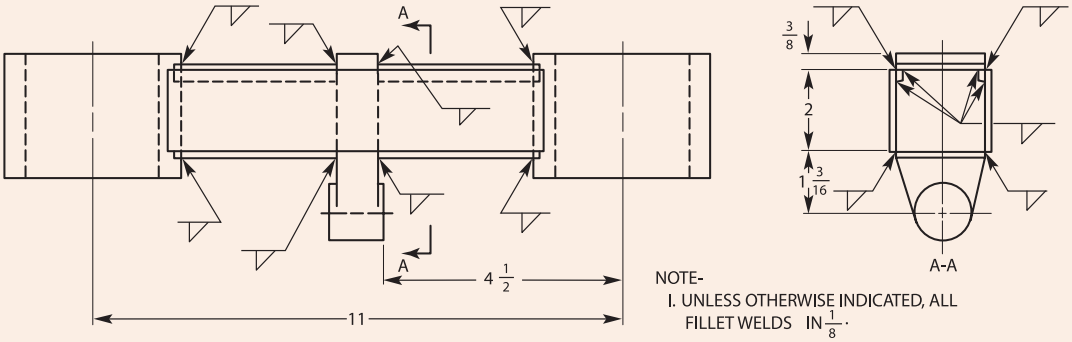
**نقشه‌خوانی در جوش گوشه:** علائم جوشکاری برای جوش‌های گوشه در شکل ۵ـ۱۲ مشخص است. ابعاد برای یک جوش گوشه در سمت فلش قرار می‌گیرد، سمتی که علائم جوش قرار می‌گیرد (اگر علامت جوش پایین باشد، ابعاد در کنار آن درج می‌شود و اگر در بالا خط مرجع، علامت در بالا کنار علائم جوش قرار می‌گیرد). اندازه جوش همان‌طور که می‌بینید در سمت چپ علائم جوش درج می‌شود.




**شکل ۵ـ۱۲ـ قسمت‌های مختلفی از جوش گوشه**

فعالیت

به نقشه زیر نگاه کنید، تعیین کنید که کدام‌یک از اتصالات روی نقشه، از نوع جوش گلویی است، همچنین اندازه جوش گلویی را روی نقشه چند داده شده است؟

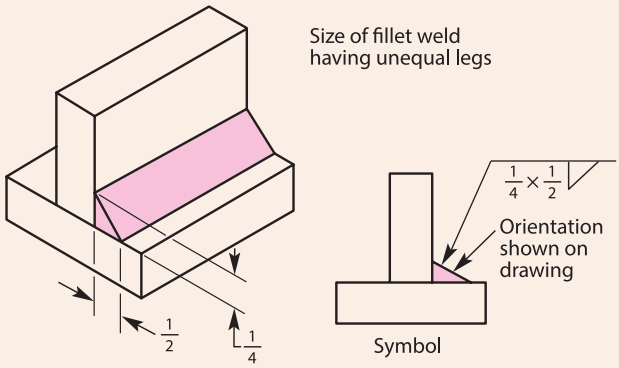



**نقشه شماره ۵ـ۱**

سؤال

درصورتی‌که اندازه جوش گوشه بر روی نقشه درج نشده باشد، این اطلاعات را از کجا می‌توان به‌دست آورد؟ حداقل اندازه جوش گوشه در این حالت چقدر می‌باشد؟

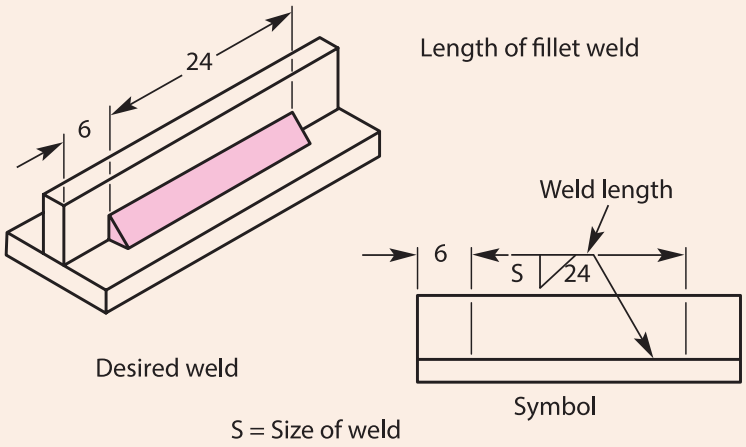
زمانی‌که جوش گوشه با ساق‌های نابرابر در نقشه مشخص شود، آرایش جوش بر روی علائم مشخص نمی‌شود اما بر روی نقشه ذکر می‌شود (شکل ۵ـ۱۳)




**شکل ۵ـ۱۳ـ علائم جوش گوشه با ساقه‌های نابرابر.**

سؤال

یکی از اندازه‌های مورد نیاز برای جوشکاری که باید از روی نقشه آن را تعیین کرد، طول جوش (Weld Length) است، اگر بخواهیم اندازه طول جوش را بر روی نقشه مشخص کنیم، در کدام قسمت از خط مرجع و علائم جوش می‌توان آن را درج کرد؟ به شکل ۵ـ۱۴ نگاه کنید و جواب این را بیابید.

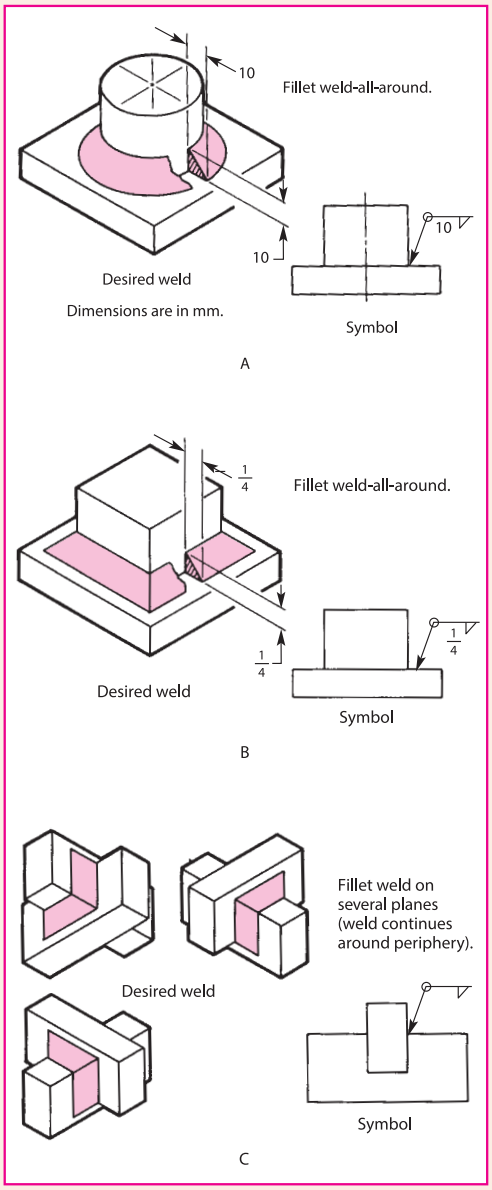



**شکل ۵ـ۱۴ـ علائم جوش گوشه با ساقه‌های نابرابر**

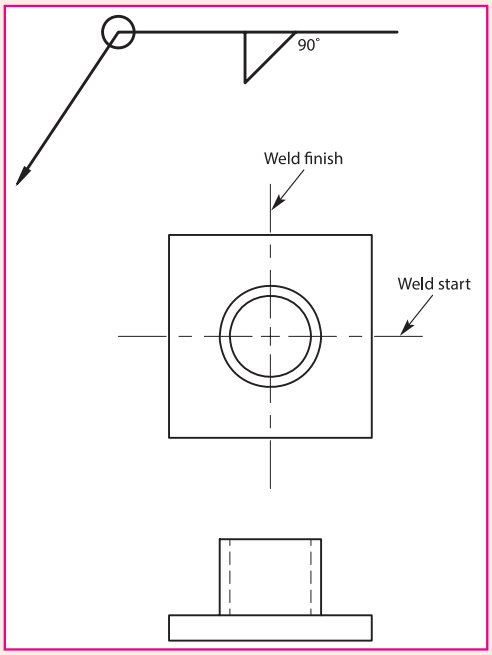
سؤال

هنگامی‌که جوش سرتاسری در اتصال ایجاد می‌شود، در نقشه طول جوش درج نمی‌شود. بدون در نظر گرفتن شکل هندسی اتصال، چگونه بر روی نقشه می‌توان نشان داد که اتصال مربوطه باید به‌طور کامل جوشکاری شود؟ به شکل ۵ـ۱۵ نگاه کنید، و جواب این سؤال را پیدا کنید؟

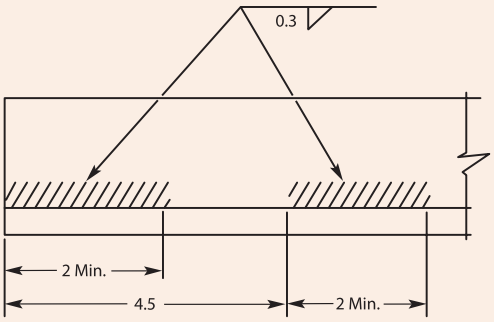
گاهی اوقات برای مقاطع گرد، طول جوش به‌صورت درجه بیان می‌شود. شکل ۵ـ۱۵ مثالی از جوش گوشه بر روی یک مقطع گرد را نشان می‌دهد که با درجه ـ۹۰ درجه ـ مشخص شده است. همچنین شروع و پایان جوش معمولاً بر روی نقشه درج می‌شود.




**شکل ۵ـ۱۵ـ A علائم جوشکاری برای جوش گوشه سرتاسری (ایجاد جوش در کل اتصال) روی یک مقطع گرد، B جوش گوشه سرتاسری در مقطع مربعی، C جوش سرتاسری گوشه بر روی چند قطعه**




**شکل ۵ـ۱۶ـ نشان دادن شروع و پایان جوشکاری بر روی نقشه**

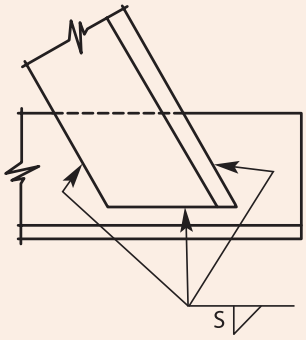



**شکل ۵ـ۱۷ـ نشان دادن محل قرارگیری و طول جوش گوشه با هاشور**

محل قرارگیری و طول جوش گوشه به‌صورت گرافیکی بر روی نقشه با هاشور نشان داده می‌شود (شکل ۵ـ۱۷).

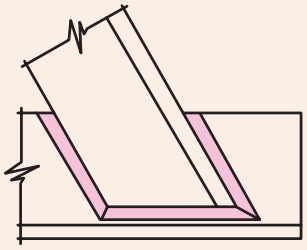
سؤال

به شکل‌های ۵ـ۱۸و ۵ـ۱۹ نگاه کنید، و بگویید تغییر ناگهانی در جهت جوش را بر روی نقشه چگونه نشان می‌دهیم؟ این علائم معمولاً برای مشخص کردن جهت جوش در مواقع اتصال چند ناحیه بر روی نقشه به‌کار می‌روند.




Symbol

شکل ۵ـ۱۸ـ علائم مربوط تغییر ناگهانی در جوش گوشه



S = Size of weld

Desired weld

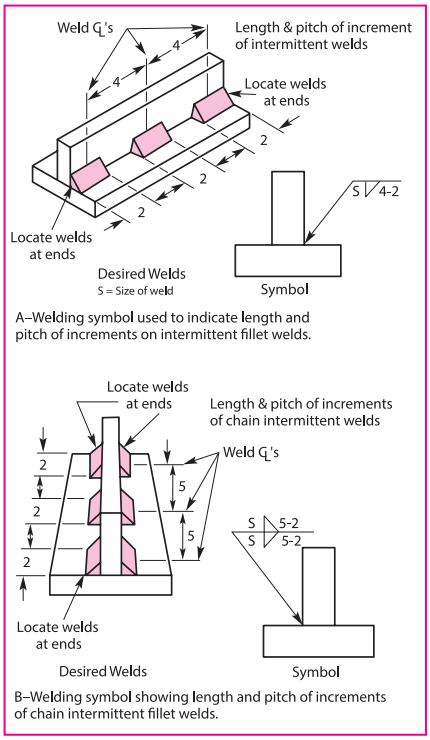
شکل ۵ـ۱۹

## جوش گوشه منقطع (Intermittent Fillet Welds)

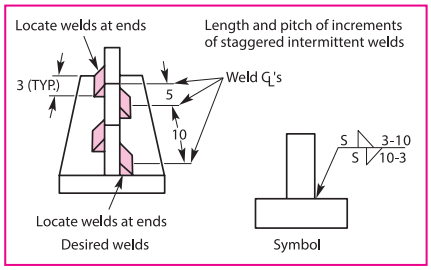
پیوستگی یک جوش گوشه به‌واسطه قرار دادن فضاهای معین جوشکاری نشده به‌هم می‌خورد. شکل ۵ـ۲۰ گام (فضای مرکز تا مرکز) یک جوش گوشه منقطع را نشان می‌دهد. جوش در دو طرف اتصال به متقارن ایجاد می‌شود و هر دو طرف در یک ناحیه مشابه قرار دارند. مجموع گام‌ها بیانگر مقدار طول جوش می‌باشد.

شکل ۵ـ۲۰ علائم جوش مربوط به جوش گوشه منقطع نامتقارن را نشان می‌دهد. در این حالت جوش ایجاد شده در یک طرف با طرف دیگر متقارن نیست و به‌صورت متناوب قرار دارند.

با توجه به شکل ۵ـ۲۱، در جوش‌های گلویی نامتقارن سمتی که به ابتدای خط مرجع نزدیک‌تر است، نشان‌دهنده جهتی است که شروع آن با ایجاد جوش در ناحیه اتصال است، درحالی‌که سمتی که از ابتدای خط مرجع دور است، شروع آن بدون جوش می‌باشد.




شکل ۵ـ۲۰ـ علائم مربوط به جوش گوشه منقطع متقارن




**شکل ۵ـ۲۱ـ علائم جوش برای جوش گوشه منقطع نامتقارن**

**تعیین شکل گرده‌جوش گوشه از روی نقشه:** شکل ۵ـ۲۲ علائم مربوط به شکل‌های گرده‌جوش گوشه که شامل تخت (Flat)، محدب (Convex) و مقعر (Concave) می‌باشد، را نشان می‌دهد. اگر شکل گرده‌جوش به‌صورت مکانیکی ایجاد شود، علائم مربوط به آن در شکل ۵ـ۲۳ مشخص است، و روی نقشه نشان داده می‌شود.

| Type | Symbol | Example | As welded |
|---|---|---|---|
| Flat | — | | |
| Concave | ⌒ | | |
| Convex | ⌒ | | |

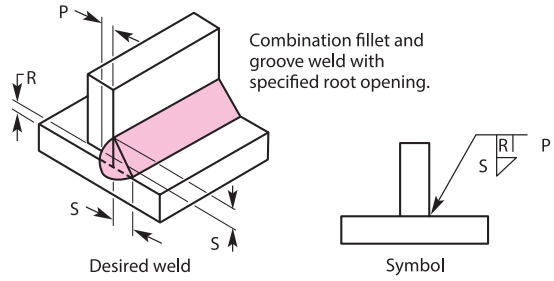
**شکل ۵ـ۲۲ـ علائم جوش برای جوش گوشه منقطع نامتقارن**

| Method | Symbol | Example |
|---|---|---|
| Chipping | C | C |
| Grinding | G | G |
| Hammering | H | H |
| Machining | M | M |
| Rolling | R | R |
| Peening | P | P |

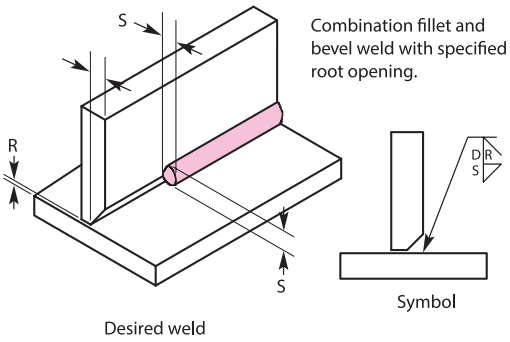
**شکل ۵ـ۲۳ـ علائم مربوط به آماده سازی شکل گرده‌جوش به‌صورت مکانیکی**

## علائم ترکیبی در جوش

هنگامی‌که نوع دیگری از جوش همراه با جوش گوشه اتصال قطعات استفاده شود، علائم مربوط به هر دو اتصال به‌صورت ترکیبی بر روی نقشه نشان داده می‌شود. شکل ۵ـ۲۴ ترکیبی از جوش گوشه و شیاری را نشان می‌دهد. شکل ۵ـ۲۵ علائم مربوط به جوش ترکیبی جوش گوشه و جناقی را نشان می‌دهد.




شکل ۵ـ۲۴ـ علائم مربوط به جوش‌های ترکیبی




شکل ۵ـ۲۵ـ علائم مربوط به جوش‌های ترکیبی

فعالیت

با توجه به نقشه ۵ـ۲ به سؤالات زیر پاسخ دهید: نقشه زیر را با دقت مطالعه کنید و اطلاعات مورد نیاز برای جوشکاری را مشخص کنید.

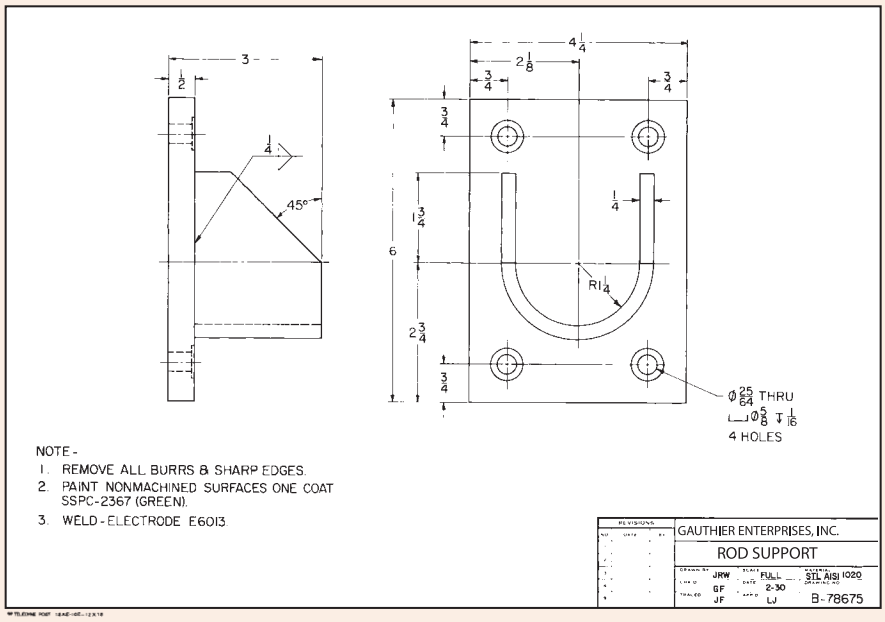
ـ نام محصول ساخته شده چیست؟

ـ قسمت مونتاژ شده را لیست کنید؟

ـ از چه موادی برای ساخت این محصول استفاده شده است؟

ـ نوع و اندازه جوش که بر روی نقشه مشخص شده است، را مشخص کنید؟

ـ بعد از جوشکاری و ماشین‌کاری چه عملیات اضافی باید بر روی جوش انجام شود؟




نقشه شماره ۵ـ۲

فعالیت

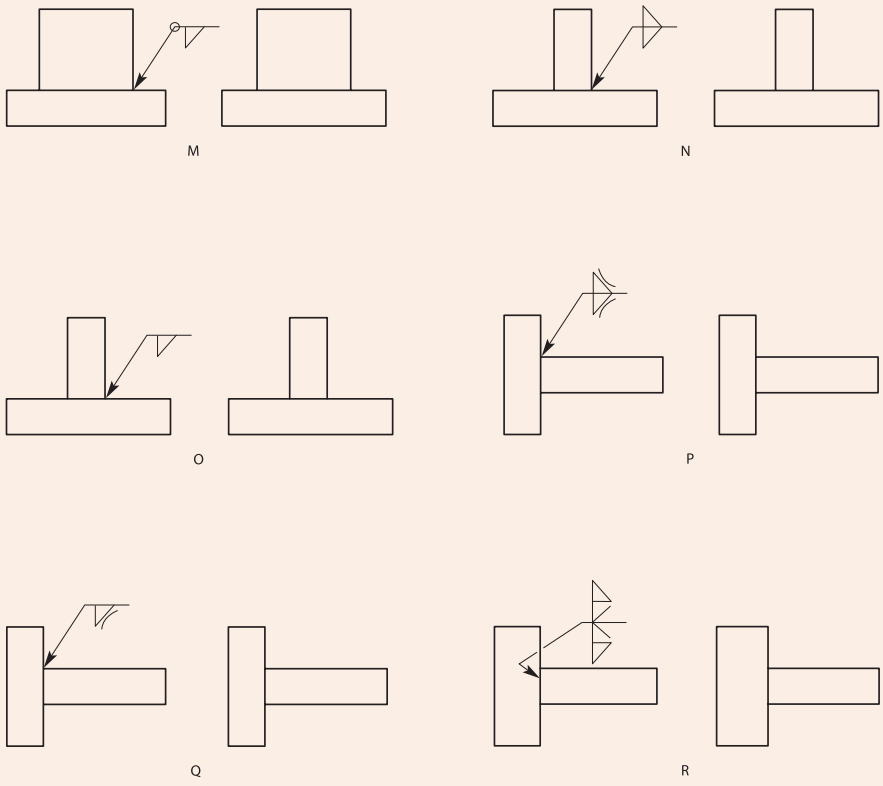
شکل‌های زیر انواع جوش گوشه با ویژگی‌های متفاوت را نشان می‌دهد، با توجه به جداول علائم و توضیحات مربوط به آن، نوع جوش را مشخص کنید؟




شکل ۵ـ۲۶ـ جوش‌های گوشه

فعالیت

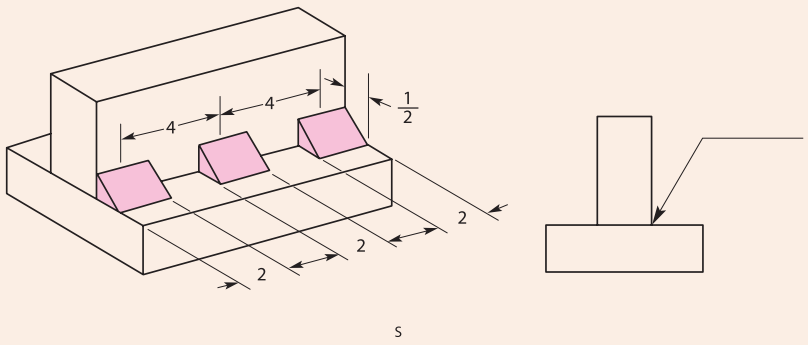
شکل‌های زیر انواع جوش گوشه با ویژگی‌های متفاوت را نشان می‌دهد، با توجه به جداول علائم و توضیحات مربوط به آن، علائم صحیح را بر روی جوش‌های زیر مشخص کنید؟

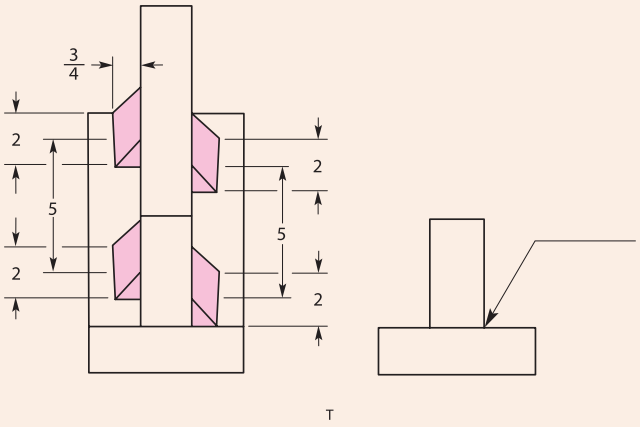



**شکل ۵ـ۲۷ـ جوش‌های گوشه**

فعالیت

با توجه به جداول علائم و توضیحات مربوط به آن، علائم صحیح را بر روی جوش‌های زیر مشخص کنید؟

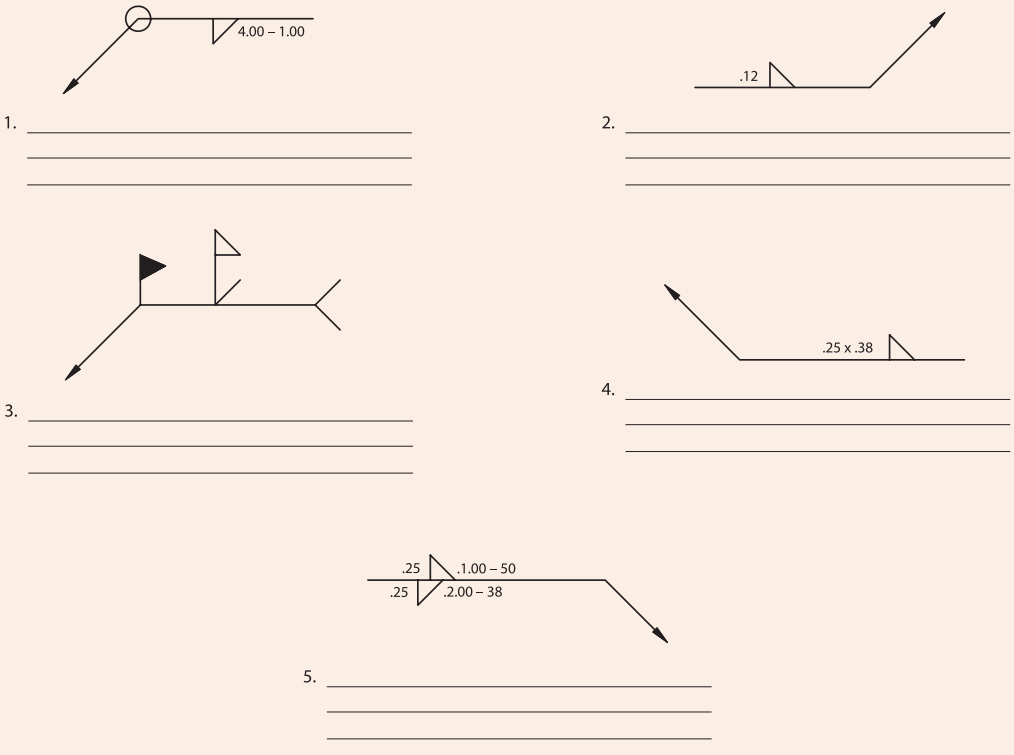





**شکل ۵ـ۲۸ـ جوش گوشه منقطع**

فعالیت

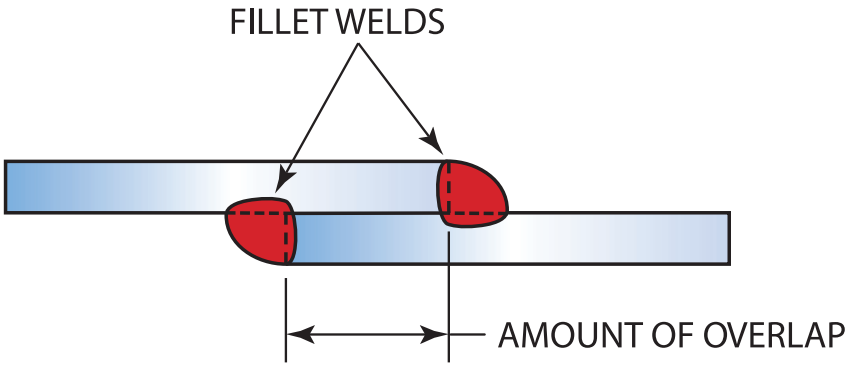
علائم زیر شرح دهید و بگویید کاربرد هریک از آنها چیست؟




**شکل ۵ـ۲۹ـ علائم جوش**

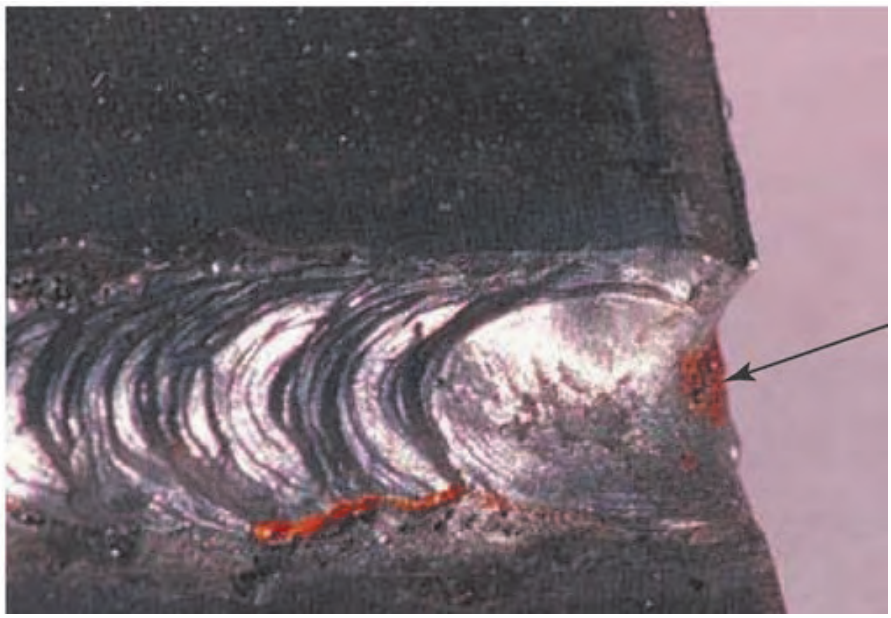
## ایجاد جوش گوشه با اتصال لب روی هم (Lap Joint)

همان‌طور که در شکل ۵ـ۳۰ می‌بینید، یک اتصال لب روی هم به‌واسطه روی هم افتادن لب‌های دو پلیت ایجاد می‌شود. اتصال می‌تواند در یک سمت یا در هر دو سمت به‌صورت گوشه‌ای ایجاد می‌شود. در اتصال لب روی هم گرده‌جوش تشکیل شده به‌صورت گوشه‌ای باید برابر با ضخامت قطعه‌کار باشد (شکل ۵ـ۳۰).



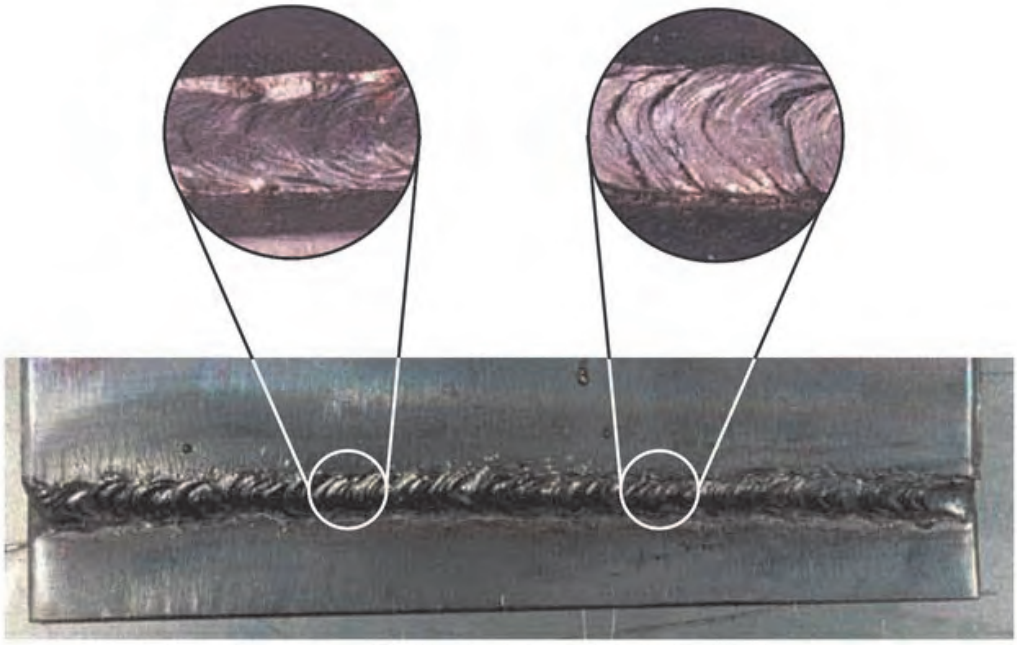

**شکل ۵ـ۳۰ـ اتصال لب به روی هم**

توجه داشته باشید که در اتصال لب روی هم، ریشه اتصال باید کاملا ذوب شود (شکل ۵ـ۳۱)، درصورتی‌که در طول جوشکاری حوضچه جوش یک شکافی را نشان داد، بیانگر این است که حوضچه جوش به‌طور کامل ذوب نشده است.



**شکل ۵ـ۳۱ـ به ریشه جوش نگاه کنید تا مطمئن شوید که ذوب کامل اتفاق افتاده است**

شکل ۵ـ۳۲ الگو حرکتی مناسب در حین جوشکاری را نشان می‌دهد که از ایجاد این عیب جلوگیری می‌کند.



**شکل ۵ـ۳۲ـ الگوی حرکتی در اتصال لب روی هم**

فعالیت کارگاهی

**ایجاد جوش گوشه در اتصال لب روی هم در وضعیت تخت (1F) با الکترودهای E6010، E6013، E7018**

**دستور کار:** قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

**۱ـ تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

**۲ـ مواد مورد نیاز:** الکترودهایی با قطر ۳ میلی‌متر ـ دو پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

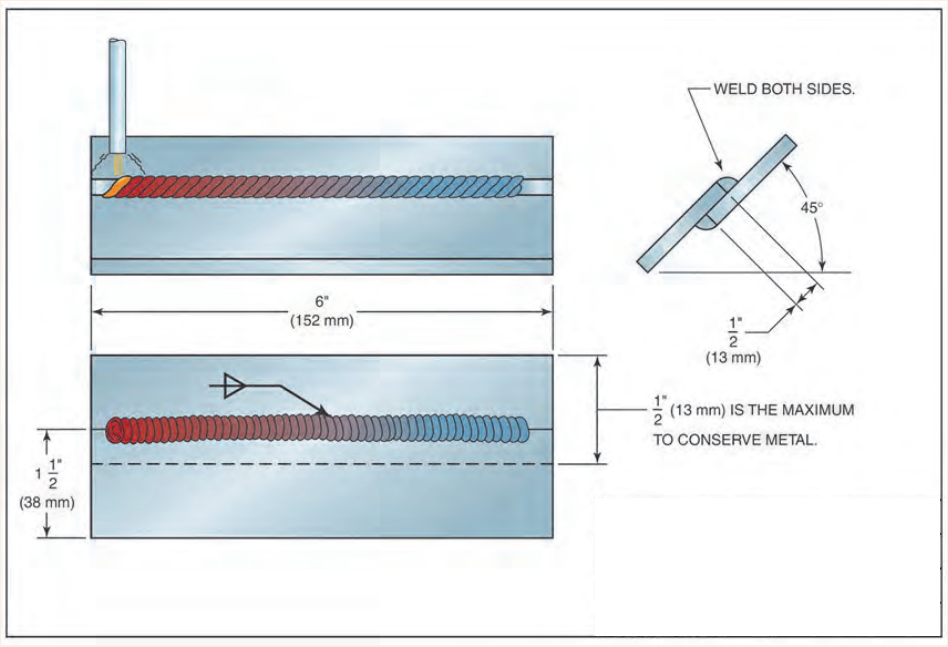
**۳ـ** بر اساس نقشه ۵ـ۳ ابتدا دو پلیت را به‌صورت لب روی هم مونتاژ کنید (خال‌جوش زدن در دو انتهای پلیت)، برای جلوگیری از اعوجاج پلیت‌ها بهتر است یک خال‌جوش کوچک در وسط دو پلیت ایجاد کنید (شکل ۵ـ۳۳).

**۴ـ** الگوهای J ، C یا زیگزاگ برای این نوع جوش بسیار مناسب است. قوس را برقرار کنید و حوضچه جوش را مستقیماً برروی اتصال ایجاد کنید (شکل ۵ـ۳۴حرکت درست صحیح در ایجاد جوش گوشه در اتصال لب روی هم را نشان می‌دهد).

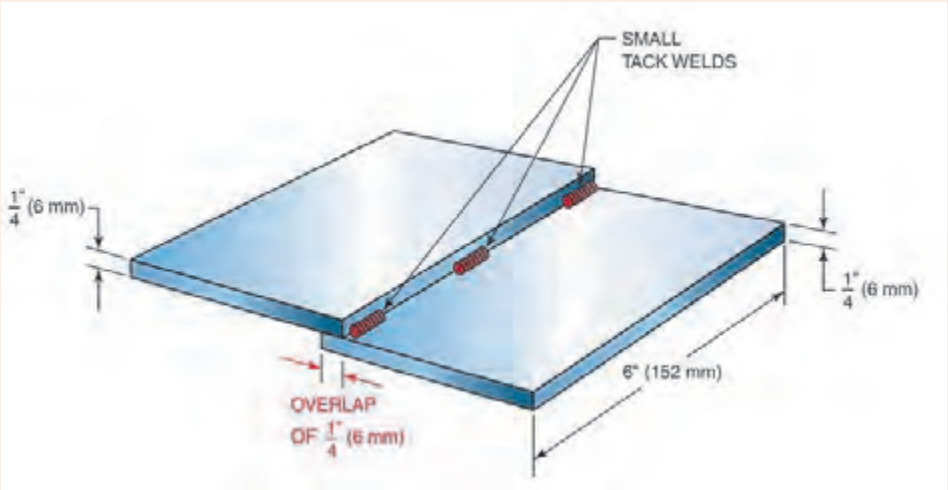
**۵ـ** پلیت را سرد کنید، سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را برای

هریک از الکترودهای بالا تکرار کنید (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش) تا مهارت در جوشکاری دو پلیت به‌صورت لب روی هم در وضعیت تخت را کسب کنید.

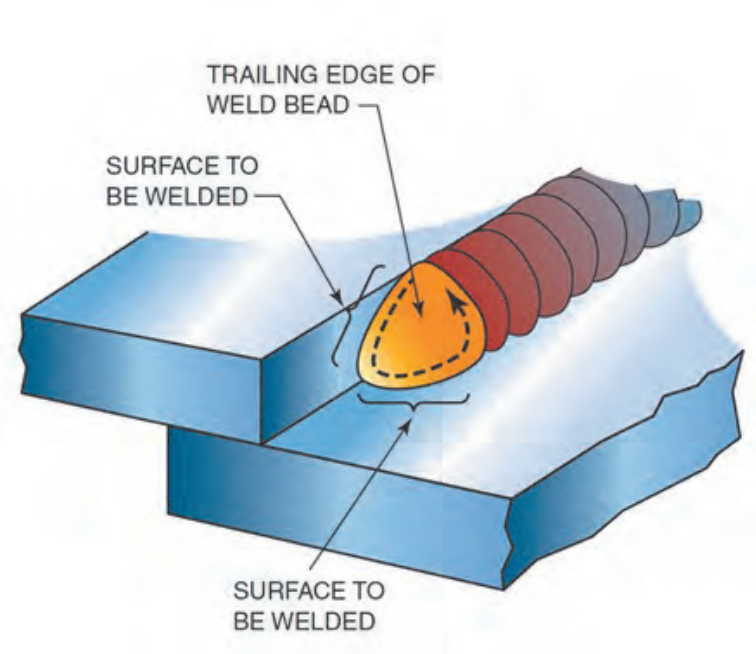
**۶ـ** در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن درحال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته‌مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.




**نقشه شماره ۵ـ۳**




**شکل ۵ـ۳۳ـ خال جوش زدن اتصال لب روی هم**




**شکل ۵ـ۳۴ـ تکنیک جوشکاری اتصال لب روی هم**

فعالیت کارگاهی

### ایجاد جوش گوشه در اتصال لب روی هم در وضعیت افقی (2F) با الکترودهای E6010، E7018، E6013

**دستور کار:** قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

**۱ـ تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

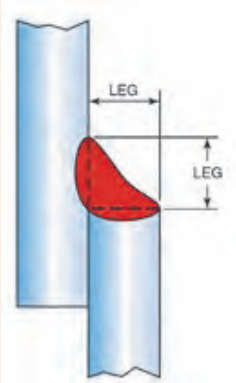
**۲ـ مواد مورد نیاز:** الکترودهایی با قطر ۳ میلی‌متر ـ دو پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵ـ۲ میلی‌متر

**۳ـ** شیوه جوشکاری اتصال لب روی‌هم در وضعیت افقی مانند وضعیت تخت می‌باشد و همان مهارت کسب شده در حالت 1F کافی است (شکل ۵ـ۳۵).

**۴ـ** الگوهای J ، C یا زیگزاگ برای این نوع جوش بسیار مناسب است.

۵ـ پلیت را سرد کنید، سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را برای هریک از الکترودهای بالا تکرار کنید (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش) تا مهارت در جوشکاری دو پلیت به‌صورت لب روی هم در وضعیت افقی را کسب کنید.

۶ـ در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن درحال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته‌مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.




**شکل ۵ـ۳۵ـ ایجاد جوش گوشه در اتصال لب روی هم در وضعیت افقی**

فعالیت کارگاهی

### ایجاد جوش گوشه در اتصال لب روی هم در وضعیت عمودی (3F) با الکترودهای E6010، E7018، E6013

**دستور کار:** قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی‌است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

**۱ـ تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

**۲ـ مواد مورد نیاز:** الکترودهایی با قطر ۳ میلی‌متر ـ دو پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

**۳ـ** تمرین را با قرار دادن پلیت‌ها در زاویه ۴۵ درجه آغاز کنید،

**۴ـ** به‌تدریج زاویه را به سمت وضعیت عمودی افزایش دهید متناسب با کسب مهارت در هر مرحله، الگوهای J و T برای این حالت بسیار مناسب هستند،

**۵ـ** حوضچه مذاب را بر روی ریشه جوش ایجاد کنید،

**۶ـ** به آرامی به سمت بالا حرکت کنید و در هنگام حرکت الکترود را در عرض اتصال به‌صورت الگو T و J حرکت دهید.

**۷ـ** پلیت را سرد کنید، سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را برای هریک از الکترودهای بالا تکرار کنید (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش) تا مهارت در جوشکاری دو

پلیت به‌صورت لب روی هم در وضعیت عمودی کسب کنید.

**۸ـ** در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن در حال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته‌مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.

## ایجاد جوش گوشه در اتصال سه پر (T_Joint)

فعالیت کارگاهی

**ایجاد جوش گوشه در اتصال سه‌پر در وضعیت تخت (1F) با الکترودهای E6010، E6013، E7018**

**دستور کار:** قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

**۱ـ تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

**۲ـ مواد مورد نیاز:** الکترودهایی با قطر ۳ میلی‌متر دو پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

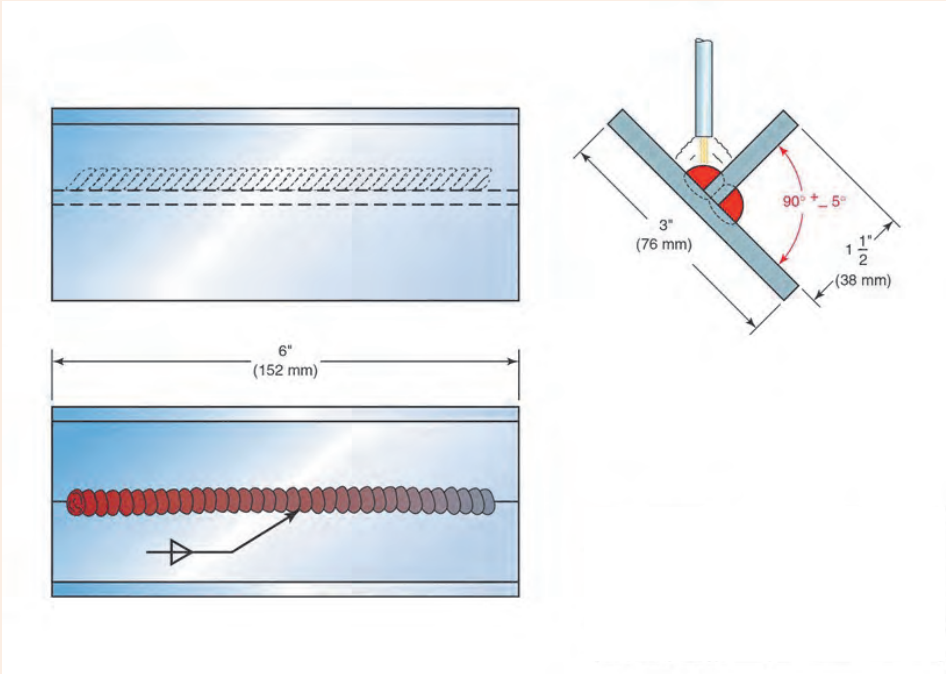
**۳ـ** بر اساس نقشه ۵ـ۴ ابتدا دو پلیت را به‌صورت لب روی هم مونتاژ کنید (خال‌جوش زدن در دو انتهای پلیت)،

**۴ـ** از هر الگوهایی که می‌تواند از ایجاد عیب ناخالصی سرباره در جوش جلوگیری کند، استفاده کنید. از آمپر بالاتر از مقدار نرمال استفاده کنید.

**۵ـ** پلیت را سرد کنید، سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را برای هر یک از الکترودهای بالا تکرار کنید (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش) تا مهارت در جوشکاری دو پلیت به‌صورت سه پری در وضعیت تخت را کسب کنید.

**۶ـ** در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن در حال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته‌مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.

نقشه شماره ۵ـ۴




فعالیت کارگاهی

**ایجاد جوش گوشه در اتصال سه پر در وضعیت افقی (2F) با الکترودهای E6010، E6013، E7018**

**دستور کار:** قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

**۱ـ تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

**۲ـ مواد مورد نیاز:** الکترودهایی با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر دو پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

**۳ـ** ابتدا دو پلیت را با خال جوش زدن، مونتاژ کنید و به صورت شکل ۵ـ۳۶ بر روی فیکسچر قرار دهید،

**۴ـ** الکترود را در مرکز اتصال، بر روی ریشه اتصال قرار دهید، طوری که زاویه ۴۵ درجه بین دو پلیت ایجاد کند، به عبارت دیگر حوضچه جوش بین دو پلیت تشکیل شود.

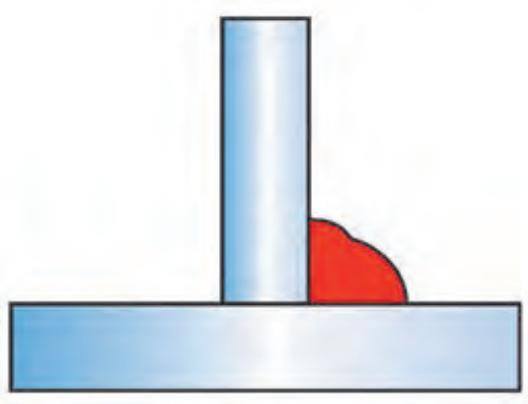
**۵ـ** از الگوهای حرکتی J و C برای ایجاد گرده‌جوش گوشه‌ای استفاده کنید،

**۶ـ** در صورتی که ریشه اتصال ذوب نشود، عیب ایجاد خواهد شد که موجب کاهش استحکام اتصال می‌شود،

**۷ـ** پلیت را سرد کنید، سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را برای هر یک از الکترودهای بالا تکرار کنید (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش) تا مهارت در جوشکاری دو پلیت به‌صورت سه پری در وضعیت افقی را کسب کنید.

**۸ـ** در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن در حال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته‌مانده‌های الکترود و

پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.



**شکل ۵ـ۳۶ـ اتصال سه پر در وضعیت افقی**

فعالیت کارگاهی

**ایجاد جوش گوشه در اتصال سه‌پر در وضعیت عمودی (3F) با الکترودهای E7018، E6013، E6010**

**دستور کار:** قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

**۱ـ تجهیزات فنی:** دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

**۲ـ مواد مورد نیاز:** الکترودهایی با قطر ۳ میلی‌متر دو پلیت فولادی با ضخامت ۶ میلی‌متر و طول ۱۵۲ میلی‌متر

**۳ـ** تمرین را با قرار دادن پلیت‌ها در زاویه ۴۵درجه آغاز کنید،

**۴ـ** به تدریج زاویه را به سمت وضعیت عمودی افزایش دهید متناسب با کسب مهارت در هر مرحله، الگوهای J و C برای این حالت بسیار مناسب هستند، اما برای نفوذ بیشتر می‌توانید از الگوی T استفاده کنید،

**۵ـ** حوضچه مذاب را بر روی ریشه جوش ایجاد کنید،

**۶ـ** پلیت را سرد کنید، سپس به آن نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟ این کار را برای هر یک از الکترودهای بالا تکرار کنید (گرده‌سازی و ایجاد خط جوش) تا مهارت در جوشکاری دو پلیت به‌صورت سپر در وضعیت عمودی را کسب کنید.

**۷ـ** در انتهای کار، محدوده‌ای که در آن در حال کار بوده‌اید را تمیز کنید و ته‌مانده‌های الکترود و پلیت‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.

## ارزشیابی پایانی

**شرح کار:**
**۱. جوشکاری گوشه در وضعیت 3F دو طرفه**

**استاندارد عملکرد: جوشکاری گوشه دو قطعه در وضعیت‌های مختلف در یک پاس با روش جوشکاری الکترود دستی**

**شاخص‌ها:**
**تنظیم شدت جریان برابر جدول استاندارد- انتخاب الکترود از روی نقشه- جوشکاری برابر نقشه- کنترل اندازه و عیوب جوش بر اساس استاندارد**

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه جوشکاری الکترود دستی استاندارد با تهویه و نور کافی مجهز به سیستم سرمایشی و گرمایشی**

**شرایط: زمان: ۱ ساعت**

**ابزار و تجهیزات: دستگاه جوشکاری، پلیت، الکترود E6013 و لوازم جانبی ایمنی فردی**

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | آماده سازی | ۱ | |
| ۲ | گرده سازی | ۲ | |
| ۳ | کنترل نهایی | ۱ | |
| ۴ | | | |
| ۵ | | | |
| **شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:** استفاده از لوازم ایمنی کار فردی-رعایت ایمنی در هنگام کار با دستگاه جوشکاری- توجه به نکات زیست محیطی | | ۲ | |
| **میانگین نمرات** | | | * |

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است .

## منابع

(۱) برنامه درسی رشته صنایع فلزی - دفتر تالیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش-۱۳۹۳
[۲]..Jeffus, Larry. Welding and Metal Fabrication. Cengage Learning, 2011

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «nazar. roshd.ir» یا نامه به نشانی تهران ـ صندوق پستی ۴۸۷۴ ـ ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

Www.IranEstekhdam.Ir

## «لینک‌های مفید و مرتبط»

**دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی**

**خرید و دانلود**

**دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی**

**خرید و دانلود**

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن

و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۱۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir